الدكتور حسان عياد
أستاذ محاضر بجامعة بيروت العربية

مبادئ المساحة

دار النهضة العربية
للطباعة والنشر
بيروت ص. ب ٧٤٩





مبادئ

المساحة

الدكتور حسّان عيّاد
أستاذ محاضر بجامعة بيروت العربية



١٩٧٤

دار النهضة العربية
للطباعة والنشر

بيروت — ص.ب ٧٤٩



مقدمـــة

يتناول هذا الكتاب الطرق الرئيسية المستعملة في مسح الأراضي والمعدّات التي تُستخدم لهذه الغـــاية . وقد روعي في تحضيره تبسيط الموضوع ما أمكن والتركيز على المبادىء العامة دون الدخول في تفاصيل معقّدة . ذلك أن هذا الكتاب حُضّر لطلبة ذوي تخصص في الجغرافيا بغية مساعدتهم على تفهّم الطرق المعتمدة في نقل معلومـات الأرض إلى الخرائط . وهو بالتالي كتاب متمّم لمادة الخرائط يتناول الجانب العملي الذي يشكّل أساساً لتحضير المسطحات والخرائط .

المؤلف



الفصل الأول

مبادىء عامة

أ ــ تعريف

المساحة فن تحديد مواقع نقط بالنسبة لبعضها البعض على أو قرب سطح الارض . والغـاية من ذلك تحضير خرائط تبيّن مواقـــع هذه النقط بشكل مطابق لما هو الحال على الطبيعة . ويمكن أن تشمل المساحة عمليـة معاكسة بحيث يتم نقل معلومات من الخريطة الى الارض بدلا من نقل معلومات الارض الى الخريطة .

ويتمّ تحديد أية نقطة على الارض بواسطة واحدة او أكثر من الطرق التاليـة :

١ ـ تحديد بعد هذه النقطة عن نقطتين معلومتي الموقع (مسافتان) .

٢ ـ تحديد بعد هذه النقطة عن نقطة معلومة الموقع وانحرافها عن اتجاه معلوم (مسافة وزاوية) .

٣ ـ تحديد انحراف هذه النقطة عن اتجاهين معلومين (زاويتان) .

وبتعبير آخر، فانّ تحديد مواقع النقط يتم عن طريق قياس مسافات او زوايا او كليهما باستعمال أجهزة معيّنة صمّمت خصيصاً لهذه الغاية .

وبما أن المسطحات والخرائط التي تحضّر لقطعة أرض هي مساقط لهذه الارض على مسطح ورقة الرسم ، فانه من الضروري ان تكون جميع المسافات والزوايا المقاسة على الارض واقعة في مسطح أفقي . أمـا تضاريس الارض ودرجة ارتفاع او انخفاض بعض النقط عن بعضها البعض فيتم تحديدها برسوم خاصة كالمقاطع والخرائط الكنتورية .

أعمال المساحة تشمل اذاً شقّين : عمل أرضي حيث تؤخذ القياسات الضرورية وعمل مكتبي يشمل بعض العمليات الحسابية وتحضير الخرائط .

ب ـ استعمالات المساحة

يمكن تقسيم استعمالات المساحة الى ثلاثة أقسام رئيسية :

١ ـ أعمال هدفها الاساسي مسح حدود لأملاك خاصة أو عامة .

٢ ـ أعمال تشكل أساساً لدراسة او تنفيذ مشاريع خاصة أو عامة .

٣ ـ اعمال مساحية لتحضير خرائط دقيقة وشاملة وهي التي تقوم بهـا

الدولة. ومن الصعب رسم خط فاصل بين الطرق المعتمدة لكل من الاستعمالات المذكورة أعلاه بسبب عوامل عديدة تختلف من عملية مسح الى أخرى .

ج ــ أقسام المساحة

تُقسم المساحة الى قسمين :

١ ــ المساحة المستوية

٢ ــ المساحة الجيوديسية .

فالمساحة المستوية هي المساحة التي تفترض معدل سطح الارض مستويا. وهي تشمل أغلب الاعمال المساحية وتبحث في مساحات غير شاسعة كقطع أرض ومعالم عامة لأرض موضع درس . أما المساحة الجيوديسية فتأخذ بعين الاعتبار استدارة الكرة الارضية وبالتـــالي تبحث في رسم الخرائط ذات المساحات الشاسعة .

د ــ أنواع المساحة الرئيسية

١ ــ **مساحة أراضي** ؛ وهي تشمل الاعمال التالية :

أ) مسح حدود أراضي لمعرفة أطوالها واتجاهاتها ومساحاتها .

ب) توقيع حدود لاراضي من معلومات متوفرة على خرائط .

ج) تقسيم أراضي الى قطع محددة الشكل والمساحة .

٢ ــ **مساحة طوبوغرافية** ؛ وهي تتناول المسح المتعلق بتحضير خريطة طوبوغرافية تري تضاريس الارض وتعرجاتها .

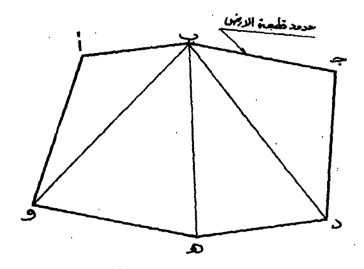
٣ ـ مسح خطوط مواصلات ؛ وهو يشمل أعمـــال المسح الضرورية لتوقيع وإنشاء طرقات وسكك حديدية واقنية وخطوط كهرباء وخطوط أنابيب .

٤ ـ مسح مائي ؛ وهو يشمل الاعمال التالية :

أ) تحضير خريطة طوبوغرافية للشواطيء .
ب) الحصول على معلومات تتعلق بقعر البحر أو النهر .
ج) قياس كمية تصريف الانهار من الماء .

٥ ـ مسح مناجم ؛ وهو يشمل الاعمال التالية :

أ) تحضير خريطة طوبوغرافية لمنطقة المنجم .
ب) القيام بمسح باطني شامل لبيان حدود العمل .
ج) إنشاء مسطحات باطنية مفصلة .
د) حساب الاحجام المستخرجة .

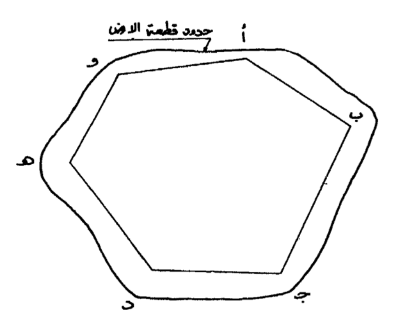


شكل ١ ـ المساحة بالشريط

٦ ــ **مساحة كاداستر** ؛ وهي تتعلق بمسح تقوم به الدولة في المــــدن والارياف لتبيان حدود العقارات وطبيعة المنشآت الموجودة .

٧ ــ **مسح المدن** ؛ وهو يتعلق بمسح الاراضي الواقعة ضمن او بالقرب من المدن لتحديد العقارات ولمعرفـــة الخصائص التفصيلية للمنشآت الموجودة في المدينــة .

٨ ــ **مساحة فوتوغرامترية** ؛ وهي المساحة التي تؤخذ لهـا المعلومات من الصور الجوية . ويكون الاستعمال الأكبر لهذا النوع من المساحة في الاعمـال الطوبوغرافية .



شكل ٢ ــ ترافرس مقفل

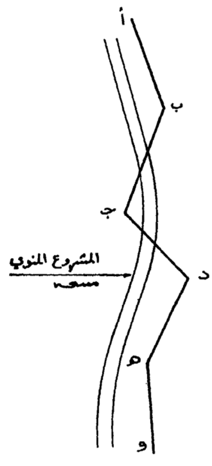
٥) طرق مسح الارض (الرفع)

١ ـ المساحة بالشريط

تقسم الارض الى مثلثات تقاس أضلاعها ويستخلص من ذلك الشكل العام لقطعة الارض (شكل ١) .

٢ ـ المساحة بالترافرس

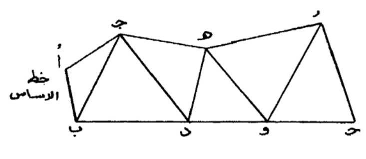
تحاط المنطقة المنوي رفعها بهيكل من الخطوط المستقيمة تكون أضلاعه مقفلة (شكل ٢) او مفتوحة (شكل ٣). تقاس زوايا او انحرافات هذا الهيكل المسمى ترافرس بالاضافة الى أطوال بعض أضلاعه ، ثم تحدد معلومات الارض المنوي مسحها بالنسبة لهذا الترافرس .



شكل ٣ - ترافرس مفتوح

٣ ـ شبكة المثلثات

يقاس ضلع واحد من مثلث بدقة متناهية . ثم تقاس زوايا هذا المثلث لحساب الضلعين المتبقيين . ويستعمل أحد هذين الضلعين كقاعدة لمثلث ثاني تقاس زواياه فقط . ثم يحسب ضلعا المثلث الثاني ويتخذ كقاعدة لمثلث جديد وهلم جرا (شكل ٤) . تعتبر طريقة المثلثات أدق أنواع الرفع في المساحات الكبيرة .



شكل ٤ — شبكة مثلثات

و — وحدات القياس

تقاس المسافات بالنظام المتري بالامتار والسنتمترات في حين تقاس المسافات بالنظام الانجليزي بالياردات والاقدام والبوصات . وفي النظام المتري تعطى المساحة بالامتار المربعة أو الهكتار أو الفدان أو الكيلومتر المربع . وفي النظام الانجليزي تعطى المساحة بالبارد المربع أو الايكر أو الميل المربع . أما الزوايا فتقاس بالدرجات والدقائق والثواني في النظامين.

١ — زوايا

درجة = ٦٠ دقيقة
دقيقة = ٦٠ ثانية

٢ — أطوال

ميل = ١٧٦٠ ياردة
ياردة = ٣ أقدام
قدم = ١٢ بوصة

ميـل = ١,٦ كيلومتر

قـدم = ٣٠,٥ سنتم

بوصة = ٢,٥٤ سنتم

٣ ـ مساحات

هكتار = ١٠٠٠٠ متر مربـع

فدّان = ٤٢٠٠ متر مربـع

إيكر = ٤٨٤٠ ياردة مربعة

ز ـ معلومات رياضية أساسية

تشمل أعمال المساحة ، بالاضافة الى المسح الموقعي ، عمليات رياضية مكتبية لتحويل معلومات الحقل الى خرائط أو جداول حسابية . وللقيـام بذلك يجدر الإلمام ببعض القواعد الرياضية الأساسية . ومن هـذه القواعد ما يتعلق بخصائص المثلث القائم أبج (زاوية قائمة عند ج) كما يلي :

جا أ (Sine) = $\frac{\text{ب ج}}{\text{أ ب}}$

جتا أ (Cosine) = $\frac{\text{أ ج}}{\text{أ ب}}$

ظا أ (Tangent) = $\frac{\text{ب ج}}{\text{أ ج}}$

$(\text{أ ب})^2 = (\text{أ ج})^2 + (\text{ب ج})^2$

مساحة المستطيل = الطول × العرض

مساحة المثلث $= \frac{1}{2}$ (القاعدة × الارتفاع)

$= \frac{1}{2}\sqrt{م (م - أ) (م - ب) (م - ج)}$

حيث أ ، ب ، ج تمثل أضلاع المثلث

$م = \frac{1}{2}$ (أ + ب + ج)

ح – مصادر الأخطاء في المساحة

١ – **أخطاء الآلة** وهي أخطاء تحصل نتيجة جهاز غير مضبوط كشريط يقيس طولاً غير صحيح أو ميزان غير أفقي .

٢ – **أخطاء بشرية** وهي أخطاء مصدرها القارىء نفسه ويمكن أن تحصل عند أية قراءة .

٣ – **أخطاء طبيعية** وهي أخطاء تحصل بسبب عوامل طبيعية كالحرارة والهواء والجاذبية . مثال على ذلك تمدّد شريط القياس بسبب الحرارة .

ط – أنواع الأخطاء

١ – أخطاء متكرّرة

هي الأخطاء الموجودة في كل قراءة وفي اتجاه واحد (زيادة كانت أم نقصاناً) طالما أن ظروف العمل لم تتغير. مثال على ذلك قياس طول بشريط أقصر مما يجب أن يكون . ويمكن لهذا الخطأ أن يكون آلياً ، بشرياً أو طبيعياً .

٢ ــ أخطاء عفوية

هي أخطـاء تقع بسبب تجمّع عوامل عديدة خارجة عن قـدرة القارىء والتي لا يمكن تصحيحهـا . ويكون الخطأ زيادة أو نقصاناً وفقاً للحظ . ومع أنـه لا يمكن تصحيح أرقـام بسبب الأخطاء العفوية التي تتضمنهـا إلا أنه ملاحظ أن هذه الأخطاء تتبع أنظمة الحظ الطبيعية بحيث تتعـادل كميات الزيادة والنقصان في مجموعة كبيرة من القراءات .

الفصل الثاني

المساحة بالشريط

أ – الطرق العامة لقياس المسافة

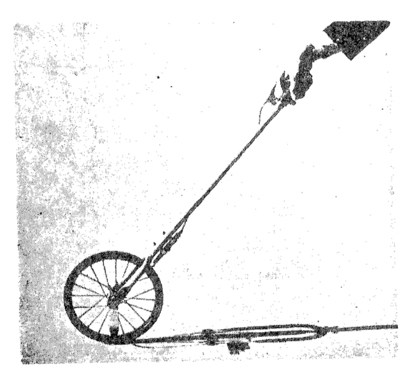
تعتبر المسافة في أعمال المساحة دوماً الطول الأفقي بين نقطتين بغضّ النظر عن الفارق بين منسوبي النقطتين . والطرق العامة لمعرفة المسافة بين نقطتين تشمل ما يلي :

١ – عدّ خطوات المشي بينهما وهي طريقة سريعة وتقريبية .

٢ – استعمال القامة متر وهي طريقة ستشرح في فصل لاحق عن جهاز التيودوليت .

٣ – قياس مباشر بالشريط .

٤ – طرق أخرى كعدّاد لدولاب (شكل ٥) أو عمليات حسابية غير مباشرة .



شكل ٥ – عدّاد دولاب لقياس الأطوال

ويبيّن الجدول التالي تلخيصاً للطرق الرئيسية لقياس المسافة مع استعمالات ودقة كل منها. والمقصود في درجة الدقة قيمة الخطأ المتوقع حدوثه بالنسبة للطول المقاس . مثال على ذلك : درجة دقة ١ : ١٠٠٠ تعني توقع خطأ متر لكل كيلومتر قياس .

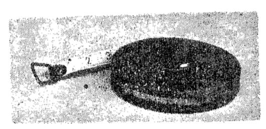
الطرق العامة لقياس المسافة

الطريقة	درجة الدقة	الاستعمال
عد الخطوات	١ : ١٠٠ إلى ١ : ٢٠٠	ـ اعمال استكشافية ، خرائط صغيرة جداً ، تدقيق قياسات مقاسة بالشريط .
القامة متر	١ : ٣٠٠ إلى ١ : ١٠٠	ـ تحديد تفاصيل للخريطة ، ترافرس غير دقيق ، تدقيق قياسات بدقة أكبر .
مسح عادي بالشريط	١: ١٠٠٠ إلى ١ : ٥٠٠٠	ـ ترافرس ، أعمال إنشائية عادية .
مسح دقيق بالشريط	١: ١٠,٠٠٠ إلى ١:٣٠,٠٠٠	ـ ترافرس لمسح مدن ، أعمال إنشائية دقيقة .
مسح دقيق جداً	١:٥٠,٠٠٠ إلى ١:١,٠٠٠,٠٠٠	ـ شبكة مثلثات دقيقة جداً لمدن ومساحات كبيرة أو أنفاق وجسور طويلة .

ب – أدوات المسح بالشريط

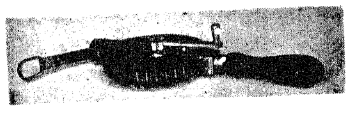
١ – الشريط أو المتر (Tape)

هو شريـط من القماش (شكـل ٦) أو من الصلب (شكـل ٧) .



شكل ٦ – شريط قماش

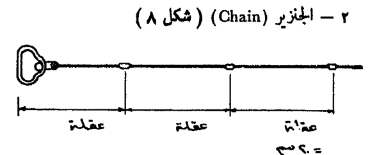
المتر القماش يصنع من القماش المقوى بأسلاك رفيعة ويكون طوله عادة عشرين متراً أو ثلاثين متراً . وهو مقسم الى سنتمترات ودسمترات وأمتار على وجه واحد أو وجهين . والأشرطة الإنجليزية تكون مقسمة الى بوصات وأقدام . ويلف الشريط داخل علبة من الجلد وينتهي بحلقة نحاسية تمنـع دخوله الكلي فيها . أما شريط الصلب فهو كشريط القماش ويختلف عنه في كونه مصنوعاً من الصلب، ويكون هذا الشريط ملفوفاً على بكرة. وهو يفضّل على الشريط



شكل ٧ – شريط صلب

القماش لقلة تمدّده أو انكماشه نتيجة العوامل الجوية ، على أن متر القماش يفضل بالنسبة لخفته ولسهولة استعماله . أدق أنواع الأشرطة الصلب هو ما كان مصنوعاً من مادة مكوّنة من الصلب والنيكل تعرف بالأنفار (Invar) لأنه ذو تمدّد قليل جداً .

٢ — الجنزير (Chain) (شكل ٨)



شكل ٨ — جنزير

هو من الأجهزة التي تستعمل لقياس الأطوال ومؤلف من أسياخ من الصلب تسمى عقلات تتصل كل منها بالأخرى بواسطة حلقات ، وينتهي طرفاه بمقبضين من النحاس . هذا الجهاز لم يعد مستعملاً كثيراً الآن وقد استعيض عنه بالشريط لأنه عملي أكثر .

٣ — الشاخص (Range Pole) (شكل ٩)

شكل ٩
شاخص

هو ساق خشبية أو حديدية اسطوانية المقطع عادة . يتراوح طول الشاخص بين مترين وأربعة أمتار وقطره بين ٣ و ٦ سنتم . له رأس حديدي مدبّب ومقسّم كل حوالي نصف متر باللونين

الأبيض والأحمر لتسهيل رؤيته عن بعد . وهو يستعمل لتحديد خطوط السير أثناء القياس ولتشخيص نقطة معينة على هذه الخطوط . ويمكن للشاخص أن يثبّت على حامل ذي ثلاثة أرجل في الحالات التي يصعب معها غرسه في نقطة معينة .



شكل ١٠
شوك

٤ – الشوك (Chaining Pins) (شكل ١٠)

هي أسياخ من الصلب يتراوح طولها بين ٢٠ و ٣٠ سنتم وقطرها بين ٣ و٦ مم . أحد طرفيها مدبّب والآخر ملفوف على شكل حلقة ليسهل غرسها في الأرض. وهي تستعمل للتحديد الموقت لنهاية مسافة مقاسة بواسطة الشريط .

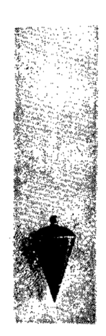


شكل ١١
وتد

٥ – الاوتاد (Pegs) (شكل ١١)

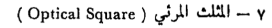
هي قطع من الخشب اسطوانية أو منشورية المقطع يتراوح سمكها بين ٣ و٦ سنتم وطولها بين ٢٠ و٣٠ سنتم . أحد طرفيها مدبّب ليسهل غرسه في الأرض . وتستعمل الأوتاد لوضع نقط ثابتة على سطح الأرض للرجوع اليها عند اللزوم . وفي الاراضي الصلبة يستعاض عن الأوتاد الخشبية بأوتاد حديدية قطرها حوالي واحد أو اثنين سنتم طول ٢٠ – ٣٠ سنتم .

٦ — الشاقول (Plumb Bob) (شكل ١٢)



شكل ١٢ —
شاقول

هو خيط متين متصل بنهايتـه بقطعة ثقيـلة من المعدن تجعل اتجاهه دائماً عامودياً عند حمـله من طرفـه الآخر وذلك بفعل الجاذبية على القطعة المدنية . يستعمل الشاقول لعمل خط عامودي فوق نقطة معينة بغية تسهيل القيـاس الافقي فوق أرض منحدرة بين النقطة المذكورة وأية نقطة اخرى .



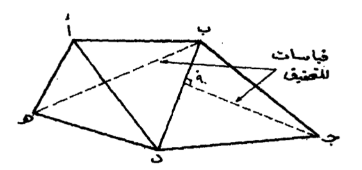
٧ — المثلث المرئي (Optical Square)

هو جهاز لتحديد عامود على اتجاه، وسيأتي شرحه مع أجهزة قياس الزوايا .

ج — قواعد رفع الارض بالشريط

١ — الاراضي ذات الحدود المستقيمة

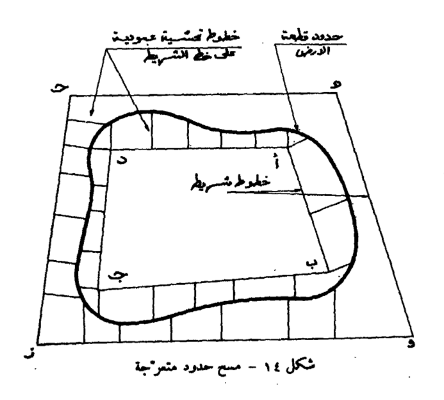
تقسّم الارض الى مثلثات مناسبة . ثم تقاس اضلاع هذه المثلثـات وتحقق للتأكد من صحتها . ويتم التحقيق عن طريق قياس مسافات أضافية لزوايا المثلثات بين بعضهـا البعض وبين هذه الزوايا واضلاع اضافيـة (شكل ١٣)



شكل ١٣ — مسح حدود مستقيمة

٢ — الاراضي ذات الحدود المتعرجة

ينشأ مضلّع داخل قطعة الارض مثل أ ب ج د او خارجها مثل هـ و ز ح (شكل ١٤) ويحقّق للتأكد من صحته . على خطوط المضلّع



شكل ١٤ — مسح حدود متعرّجة

التي تسمى خطوط التسريط تقام أعمدة على ابعاد مناسبه تصل حتى حـدود الارض . وهذه الاعمدة المقاسة تسمّى خطوط تحشية (Offsets) . وهي تبعد عن بعضها كلما كان تغيّر شكل الارض بسيطاً وتقرب من بعضها كلما كان هذا التغيّر مهما وذلك لتحديد المعالم بدقة .

د – كيفية رفع الارض بالشريط

١ – الاستكشاف

يقام بزيارة الارض المراد رفعها لتكوين فكرة عامة عنها وملاحظة معالمها المميزة لتخطيط العمل المساحي لها .

٢ – رسم الكروكي

يرسم كروكي للمنطقة في دفتر الحقل. ولا يشترط أن يكون الكروكي بمقياس رسم معين بل يكفي ان يمثل الطبيعة بالتقريب .

٣ – اختيار زوايا المضلّع

تنتخب انسب المواقع لزوايا المضلّع من الكروكي العام. وتغرس هذه الزوايا باوتاد خشبية في الاراضي الترابيـــة او اوتاد حديدية في الاراضي الصخرية . ومن هذه الزوايا ينشأ مضلع تؤخذ بواسطته تفاصيـــل الحدود الخارجية والمعالم الداخلية للارض المراد مسحها . يجب أن يتوفر في النقط المنتخبة الامور التالية :

أ) تكون النقط بعيدة عن حركة المرور لتفادي ازالتها او التلاعب بها وليسهل العثور عليها عند الرغبة في استعمالها .

ب) يجب أن يكون من الممكن رؤية كل نقطتين متتاليتين من بعضها البعض مع انعدام وجود عائق بينهما .

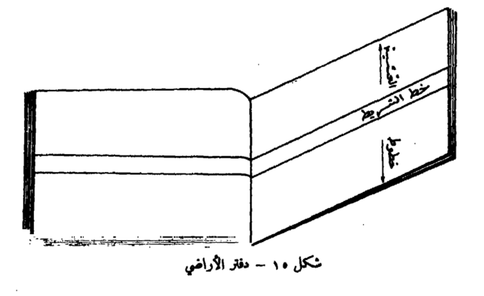
ج) يجب ان تكون خطوط المضلع في الاراضي المستوية بقدر الامكان .

٤ – قياس جوانب المضلّع والقيام بعملية التحشية

تقاس جوانب المضلع وتحدد نقط المساقط على جوانب المضلع ذات أبعاد مناسبة . تقاس ابعاد نقط المساقط عن بداية الخط ، ثم تقاس المسافة العامودية من هذه النقط حتى حدود قطعة الارض المراد مسحها او حدود أية منشآت أخرى .

٥ – دفتر الأراضي للمساحة بالشريط

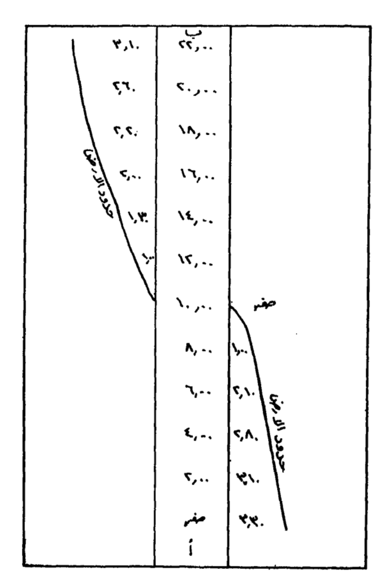
هو دفتر مستطيل طوله حوالي ٢٢ سنتم وعرضه حوالي ١٢ سنتم (شكل ١٥) ويفتح في اتجاه طوله . بوسطه خطان أحمران يمثلان خط



شكل ١٠ – دفتر الأراضي

الشريط الذي يمر في اتجاه أحد جوانب المضلّع .

يرسم كروكي التفاصيل المجاورة لخط الشريط على الجـانبين . تكتب بين الخطين الأحمرين أبعاد نقط المساقط عن بداية خط الشريط . أما أطوال



شكل ١٦ — نموذج للتدوين في دفاتر الأراضي

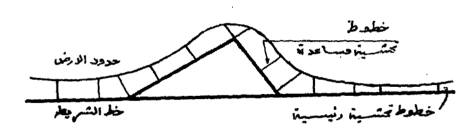
المسافات العامودية عن هذه النقط فتكتب على جانبي الخطين حسب موقعها من خط الشريط في الطبيعة .

وفي حالة قطع الحدود لخط شريط على الأرض يبين ذلك في دفاتر الحقل بنقل نقطة تقاطع خط الحدود مع أحد الخطين الأحمرين الى الخط الثاني لأن الخطين في الواقع عبارة عن خط واحد هو خط الشريط (شكل ١٦) .

و — ملاحظات عامة على أخذ التفاصيل

١ — الخط المستقيم يكفي لتحديده قياس خطين من خطوط التحشية أي تحديد نقطتين اثنتين عليه فقط . ومن السهل بعد ذلك تحديد أية نقطة عليه بقياس بعدها على الخط المستقيم نفسه .

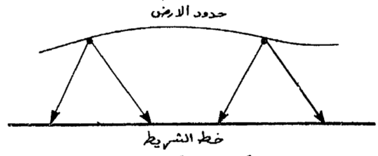
٢ — خطوط التحشية الطويلة غير اقتصادية وتكلف عناء ووقتاً في عملها. لذلك يستحسن عمل خطوط تحشية مساعدة للأجزاء الطويلة كما هو مبين في الشكل ١٧ .



شكل ١٧ — خطوط تحشية مساعدة

٣ — يمكن استعمال التحشية المثلثية في بعض المواقع المهمة لتدقيق عمل

التحشية العمودية . وتعني التحشية المثلثية تحديد مواقع نقط على الأرض عن طريق قياس مسافتين من نقطتين على خط الشريط (شكل ١٨) .

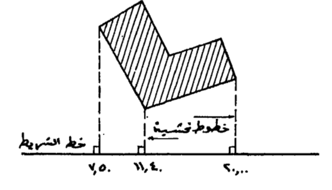


شكل ١٨ – تحشية مثلثية

٤ – مقياس الرسم الذي سيستعمل في رسم الخريطـة يحدد مدى الدقة المتوخاة في القياس ورصد التفصيلات . إذ لا داعي لأخذ تفاصيـل لا يسمح مقياس الرسم المستعمل ببيانها .

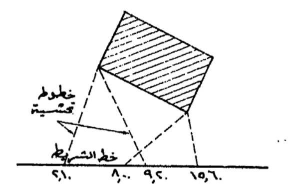
ز – طرق رفع المباني

١ – ترفع المباني القائمة الزاوية باستعمال تحشية عمودية وذلك عن طريق اسقاط أعمدة من زوايا المبني على خط الشريط وتبيان مواقع الاسقـاط على خط الشريط ثم قياس المسافة بين الزاوية وهذا الخط (شكل ١٩) .



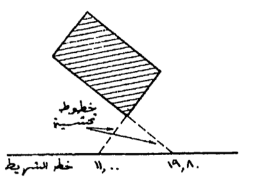
شكل ١٩ – رفع مباني : تحشية عمودية

٢ – يمكن استعمال التحشية المثلثية لرفع الأبنية وذلك بقياس بعد زاوية المبنى عن نقطتين مناسبتين على خط الشريط (**شكل ٢٠**) . كذلك



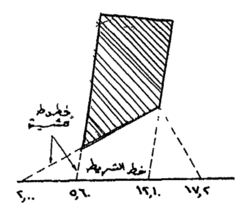
شكل ٢٠ – رفع مباني : تحشية مثلثية

بالامكان مدّ اتجاه من المبنى وتحديد نقطة التقائه مع خط الشريط ثم قياس أية مسافة اخرى من زاوية المبنى إلى خط الشريط (**شكل ٢١**) . يمكن الجمع بين التحشية العمودية والتحشية المثلثية لتدقيق العمل .



شكل ٢١ – رفع مبنى : اتجاه البناء

٣ – المباني ذات الزوايا غير القائمة تستعمل فيها التحشية العمودية والمثلثية لتحديد ضلعين من المبنى ثم تحدد خصائص المبنى الاخرى بربطها بالضلعين المذكورين وبخط الشريط (**شكل ٢٢**) .



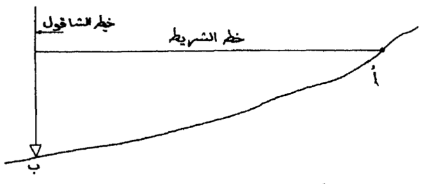
شكل ٢٢ — رفع مبنى ذي زوايا غير قائمة

٤ — إذا كان المبنى لا يجاور خط الشريط مباشرة بل يقع خلف مبنى آخر، يتم في هذه الحالة توقيع المبنى الأول المجـــاور لخط الشريط ثم يتم توقيع المبنى الثاني عن طريق ربطه بالمبنى الأول .

٥ — لرفع الأشكال المنتظمة كالمربع والمستطيل يكفي تعيين ضلع واحد للمبنى بالنسبة لخط الشريط ثم رفع باقي الأضلاع من هذا الضلع .

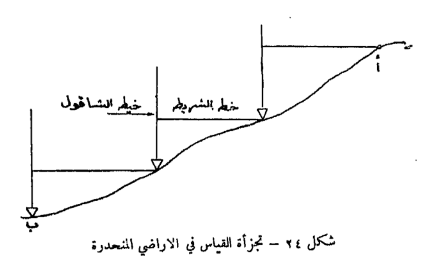
ح — القياس في حالة الاراضي المنحدرة :

إذا كان المطلوب قياس طول المسقط الافقي للخط المائـل أ ب



شكل ٢٣ — القياس في الاراضي المنحدرة

(**شكل ٢٣**) ، يحمل الشاقول فوق النقطة السفلى ب ثم يمدّ الشريط **أفقياً** من نقطة أ حتى التقائه مع الخيط العامودي فوق ب وتؤخذ القراءة عليه . وفي حال تعذّر القياس مرة واحدة ، يقام بالقياس على اجزاء من **أ الى ب** او من ب الى أ (**شكل ٢٤**) . في جميع الحالات يمدّ الشريط أفقياً عند القياس ويكون التأكد من أفقيته التقريبية بالنظر .



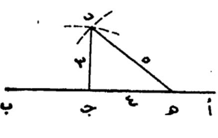
شكل ٢٤ – تجزأة القياس في الاراضي المنحدرة

ط – عمليات مساحة بالشريط (دون استعمال اجهزة زاوية)

١ – اقامة عمود من نقطة مفروضة على اتجاه معلوم

أ) عمل مثلث أضلاعه تتناسب مع ٣ : ٤ : ٥ او مكرراتها . لنفترض ان أ ب هو خط شريط عليه النقطة ج (**شكل ٢٥**) ومطلوب اقامة عمود أفقي من هذه النقطة على خط الشريط . حدّد النقطة هـ على

خط الشريط بعيداً أربعة أمتار عن ج . ارسم قوساً على الارض ذات بعد ثلاثة امتار عن ج وقوساً آخر ذات بعد خمسة امتار عن ه . لتكن نقطة التقاء القوسين النقطة د . الخط ج د هو العمود المطلوب على الخط أ ب .



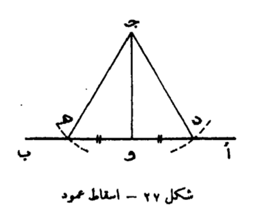
شكل ٢٥ — إقامة عمود : ٣ ، ٤ ، ٥

ب) لاقامة عمود من نقطة ج على الخط أ ب (شكل ٢٦) ، قس د ج = ج ه . وبطول مناسب ثبت الشريط في د واعمـــل قوساً بسن الشوكة على الارض . وبنفس الطول اركز في ه وارسم قوساً آخر يتقاطع مـــع الاول في و فيكون ج و العمود المطلوب .

شكل ٢٦ — إقامة عمود : مثلثان متطابقان

٢ — اسقاط عمود على اتجاه معلوم من نقطة خارجة عنه

لاسقاط عمود من النقطة ج على الخط أ ب ، ضع صفر الشريط على النقطة ج وبطول اكبر قليلاً من المسافـــة بين النقطـــة وخط الشريط أ ب ، ارسم قوساً يتقاطع مع خط الشريط في نقطتين د و ه .

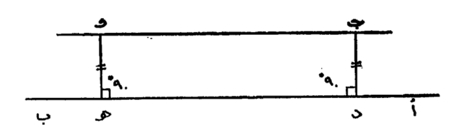


شكل ٢٧ — اسقاط عمود

نصّف المسافة بين د و ه عند و فيكون الخط ج و الخط المنشود (شكل ٢٧) .

٣ – تعيين اتجاه موازي لآخر ومار في نقطة خارجة عنه

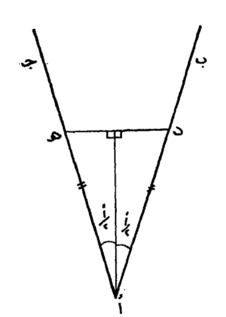
ليكن الخط المعطى هو أ ب والنقطة المطلوب إنشاء مواز له خلالها هي ج (شكل ٢٨) . اسقط العمود ج د من ج ثم قس طوله . من أية نقطة ه على الخط أ ب ، اقم العمود ه و مساوياً في الطول للعمود ج د فيكون ج و خطاً موازياً للخط أ ب .



شكل ٢٨ – انشاء خط موازي لآخر

٤ – إيجاد قيمة زاوية

يمكن معرفة قيمة زاوية على الارض بواسطة الشريط بالطريقة التالية (شكل ٢٩) . تؤخذ مسافة على الاتجاه أ ب من أ تساوي طول الشريط مثلاً وتؤخذ نفس المسافة من اعلى الساق الاخرى للزاوية



شكل ٢٩ – إيجاد قيمة زاوية بالشريط

ولتكن هاتان المسافتان أ د و أ هـ . تقاس المسافة د هـ وتحسب قيمة الزاوية عند أ من المعادلة التالية .

$$\text{جا} \frac{\text{أ}}{٢} = \frac{١}{٢} \times \frac{\text{د هـ}}{\text{أ د}}$$

ي – الاخطاء المحتملة في القياس بالشريط

١ – الخطأ في طول الشريط ويصحّح ان امكن والا فيرصد الطول المقاس ويحسب الطول الحقيقي بالمعادلة التالية :

$$\frac{\text{الطول الحقيقي للخط}}{\text{الطول المقاس للخط}} = \frac{\text{الطول الحقيقي للشريط}}{\text{الطول الاسمي للشريط}}$$

٢ – الخطأ في التوجيه . هذا الخطأ يسبّب قياس خط منكسر اطول من الحقيقي . ولتفادي ذلك يتم التوجيه بآلات ذات مناظير بدل التوجيه بالعين المجردة .

٣ – الخطأ الناشيء عن عدم شد الشريط شداً كافياً . ويسبب ذلك زيادة في طول الاتجاهات المقاسة .

٤ — الخطأ الناجم عن عدم القياس في خط أفقي خصوصاً في الانحدارات الشديدة .

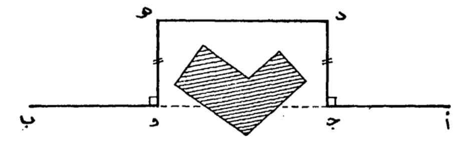
٥ — الاخطاء الحاصلة في عملية الرصد كاستعمال الشاقول وقراءة الشريط والغلط في عد الشوك المستعملة والغلط في الكتابة في دفتر الحقل .

٦ — الخطأ الناشيء عن تغيرات في درجـة الحرارة التي تؤثر على طول الشريط .

ك — عمليات بالشريط تعترض اجراءها موانع

١ — المانع يعترض القياس فقط وبالامكان القياس حول المانع

أ) لقياس المسافة أ ب (شكل ٣٠) ، أقم الأعمدة ج د و و هـ على أ ج و ب و بحيث تكون ج د = و هـ ويكون الطول أ ب = أ ج + د هـ + و ب .

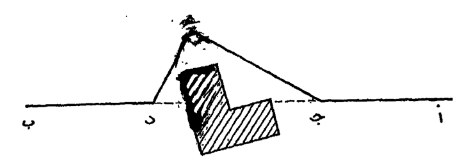


شكل ٣٠ — قياس طول مع وجود مانع : ١

ب) عيّن ج و د على الاتجاه أ ب . انشيء المثلث ج هـ د قائم الزاوية في هـ كما في الشكل ٣١ فينتج أن :

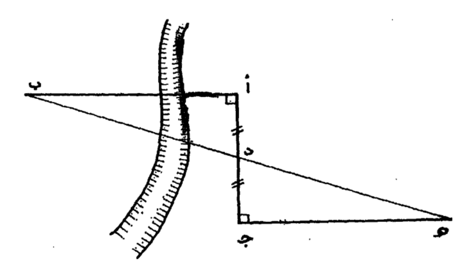
$$\text{ج د} = \sqrt{(\text{ج هـ})^{2} + (\text{هـ د})^{2}}$$

ويكون الطول المنشود أ ب = أ ج + ج د + د ب .



شكل ٣١ — قياس طول مع وجود مانع : ٢

٢ — المانع يعترض القياس فقط وليس بالامكان القياس حول المانع لقياس المسافة أ ب بين نقطتين يفصل بينهما نهر مثلاً (شكل ٣٢) ،



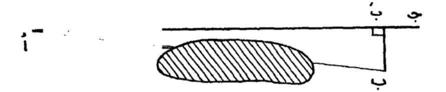
شكل ٣٢ — قياس طول مع وجود مانع : ٣

انشيء مثلثين متطابقين أ ب د و د هـ ج بحيث يكون أ ب = ج هـ وذلك باقامة العمود أ ج وتنصيفه في د . من ج اقم عموداً ثم مدّ ب د على استقامته حتى يتقاطع مع هذا العمود في هـ فينشأ المثلثان المتطابقان .

٣ – المانع يعترض القياس والتوجيه

لقياس المسافة بين النقطتين أ و ب دون امكان رؤيتها من بعضهما البعض ، حدد الخط أ ج من أ أقرب ما يكون الى اتجاه الخط أ ب (**شكل ٣٣**) واسقط عليه من ب العمود ب بَ وقس طوله . قس طول الخط أ بَ ويكون

$$أ ب = \sqrt{(أ بَ)^{٢} + (ب بَ)^{٢}}.$$



شكل ٣٣ – قياس طول مع وجود مانع : ٤

الفصل الثالث

قياس الزوايا والاتجاهات

أ ـ طرق توقيع النقط

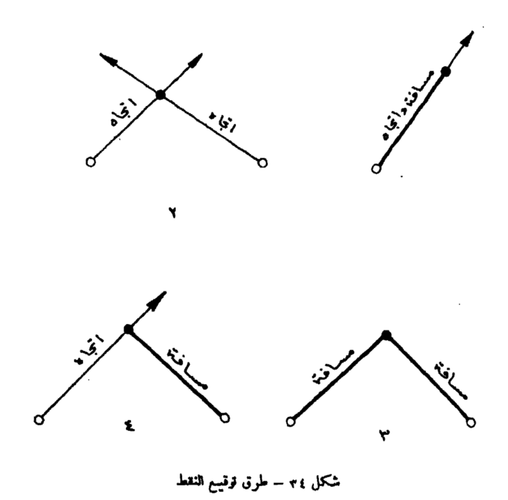
يمكن تحديد موقع نقطة بواسطة قياس واحد مما يلي : (شكل ٣٤)

١ ـ اتجاهها ومسافتها من نقطة معلومة .

٢ ـ اتجاهها من نقطتين معلومتين .

٣ ـ مسافتها من نقطتين معلومتين .

٤ ـ اتجاهها من نقطة معلومة ومسافتها من نقطة معلومة أخرى .



شكل ٣٤ – طرق توقيع النقط

تحديد الاتجاه يعني ايجاد قيمة الزاوية الواقعة بين النقطة المراد تحديدها ونقطة أخرى ثابتة أو ايجاد الزاوية بين النقطة المراد تحديدها واتجاه ثابت كالاتجاه الذي تتخذه الابرة المغناطيسية مثلاً نحو الشمال المغناطيسي . ويقصد بالزاوية بين نقطتين دوماً الزاوية بين اسقاط هاتين النقطتين على مسطح أفقي تقع فيه النقطة الثالثة التي تقاس الزاوية عندها . وهذا يعود، كما سبق وقيل،

الى أن جميع الخرائط والمسطحات تمثل اسقاطات على مسطح أفقي للأشكال التي تظهر عليها .

أعمال المساحة التي تتضمن قياس زوايا تكون مبنيّة على هيكل عام من الزوايا والأضلاع يتكون من ترافرس مقفل ، ترافرس مفتوح أو شبكة مثلثات .

١ — ترافرس مقفل (Closed Traverse) (شكل ٢)

هو سلسلة نقط محدّدة ومتصلة بحيث تكون نقطة البداية والنهاية واحدة .

٢ — ترافرس مفتوح (Open Traverse) (شكل ٣)

هو سلسلة نقط محدّدة ومتصلة بحيث تكون نقطتا البداية والنهاية مختلفتين .

٣ — شبكة مثلثات (Triangulation) (شكل ٤)

هي سلسلة نقط محدّدة وتؤلف فيا بينها مجموعة مثلثات بحيث تقاس فقط زوايا هـذه المثلثات عدا مثلث واحد يقاس أحد أضلاعـه بشكل دقيق جداً .

ب — أجهزة قياس الزوايا وتحديدها

فيا يلي لائحة بأهم أجهزة قياس الزوايا وتحديدها على أن يبحث أهمها بالتفصيل في الفصول التالية :

١ — البوصلة المنشورية (Surveyor's Compass) (شكل ٣٥)

هي جهاز مؤلف من إبرة مغناطيسية تتجه دوماً نحو الشمال المغناطيسي وموضوعة في علبـــة مدرّجة . وعنـد رصد نقطـة معينة خلال شق متصل بعلبة البوصلة، يمكن تحديد قيمـــة الزاوية بين اتجـاه الابرة المغناطيسيـة (الشمال) وبين اتجاه النقطة المرصودة . وتكون الزاوية درجة انحراف لنقطـة عن الشمال .



شكل ٣٥—البوصلة المنشورية

٢ — التيودوليت (Transit or Theodolite) (شكل ٣٦)

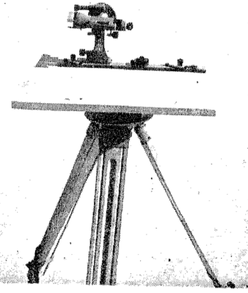
هو جهاز دقيق للغـــاية يقيس الزاوية بين نقطتين على سطح الأرض بعد تثبيته عند ثالثة تشكل رأس الزاوية المراد ايجادها .

٣ — اللوحة المستوية (Plane Table) (شكل ٣٧)

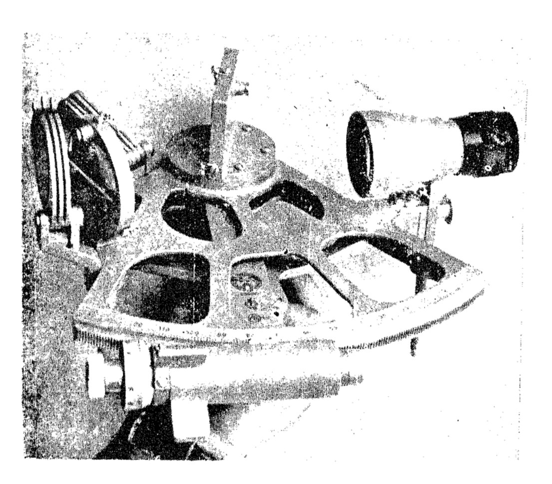
يتألف هذا الجهاز من لوحة أفقية عليها ورقة رسم . تثبّت اللوحة عند رأس الزاوية المراد معرفتها ويرسم على الورقة خط مواز للخط المتجه نحو أحد ضلعي الزاوية . ثم يرسم خط ثاني باتجاه الضلع الثاني ، وتكون الزاوية بين الاتجاهين هي الزاوية المرسومة على الورقة .



شكل ٣٦ — التيودوليت



شكل ٣٧ — اللوحة المستوية



شكل ٣٨ – السكستان

٤ – السكستان (Sextant) (**شكل ٣٨**)

يستعمل هذا الجهاز بالدرجة الاولى في المسح المائي بأخذ زوايا من مركب متحرك وذلك لتمكن هذا الجهاز من قياس زوايا في اي مسطح كان دون الحاجة لأن يكون هذا المسطح افقياً . وهو ادق جهاز لقياس الزوايا باليد بحيث يمكن استعماله ايضاً في بعض الاعمال الاستكشافية على الاراضي .

٥ – المثلث المرئي (Optical Square) (**شكل ٣٩**)

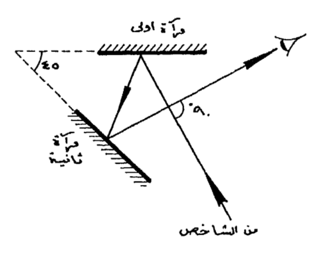
هذا الجهـاز مؤلف من مرآتين ، الزاوية بينهما تساوي ٤٥ درجة ، موضوعتين في علبـــة مقفلة . فـاذا وقع شعاع ضوء على احـداهما ، فان هذا الشعاع ينعكس من المرآة الاولى للثانيـة ثم ينعكس مرة أخرى من المرآة الثانية بحيث يكون الشعاع المنعكس نهائياً من الجهاز متعامداً على الشعاع القادم اصلا للمرآة الاولى . وعليه فان النـــاظر للمرآة الثانية يرى دائماً باتجاه متعـــامد على الخط الواصل بينه وبين الجهاز (**شكل ٤٠**) .



شكل ٣٩ –
المثلث المرئي

لإنشاء خط متعامد على الخط أ ب ، احمل الجهاز فوق النقطـــة أ وانظر خارج الجهاز نحو شاخص عند ب . اطلب من شخص أن يحمـل شاخصاً آخراً باتجاه متعامد تقريباً على أ ب . دعه يتحرك حتى تتمكن من رؤيته خـلال الجهاز وليكن ذلك عند نقطة ج مثلاً . عندها يكون اتجاه أ ج متعامداً على اتجاه أ ب .

يلاحظ بأن المثلث المرئي هو جهـاز لتحديد زوايا قائمة فقط وهو ، بخلاف الأجهزة المذكورة أعلاه ، لا يمكّن من قراءة زاوية . وهو يستعمـل بكثرة عند المسح بالشريط لإنشاء أعمدة بدقة وبسرعة .



شكل ٤٠ – طريقة عمل المثلث المرئي

ج – الاتجاهات الثابتة المعتمدة لتحديد زوايا

١ – الاتجاه المغناطيسي (Magnetic Meridian)

وهو الاتجاه الذي تتخذه الابرة المغناطيسية ، وهو المعتمد في أعمال قياس الزوايا بواسطة البوصلة المنشورية .

٢ – الاتجاه الجغرافي (Geographic Meridian)

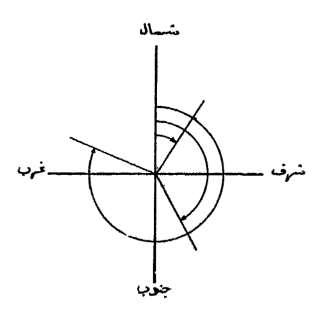
وهو الاتجاه المار بالشمال والجنوب الجغرافيين للأرض ، وهو المعتمد في رسم الخرائط عامة .

٣ – الاتجاه المفترض (Arbitrary or Assumed Meridian)

وهو اتجاه موقت يمكن استعماله عند رسم بعض الخرائط ومن ثم ربطه بالشمال الجغرافي أو الشمال المغناطيسي مثلاً .

د - طرق تعيين الاتجاهات

١ - الانحراف الدائري (Azimuth) (شكل ٤١)



شكل ٤١ - الانحراف الدائري

يقاس الانحراف من خط الشمال (أو خط الجنوب) الذي يعتبر صفراً ثم تتزايد الزاوية في اتجاه عقرب الساعة حتى تصل الى ٣٦٠° ، ويكون الانحراف بين صفر و ٣٦٠° .

٢ - الانحراف الربع دائري (Bearing) (شكل ٤٢)

فيه تقسم دائرة الأفق الى أربعة أقسام تحدّد بخط شمال - جنوب وخط شرق - غرب . وتقرأ الزاوية في القسمين العلويين من خط الشمال حتى ٩٠° باتجاه الشرق أو الغرب . وفي القسمين السفليين ، يقرأ الانحراف حتى

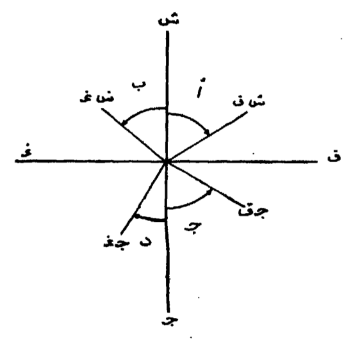
°٩٠ من الجنوب باتجاه الشرق أو الغرب وتعطى قيم الزوايا على النحو التـالي (قيمة قصوى لكل منها ٩٠ درجة) :

زاوية أ : ش ق

زاوية ب : ش غ

زاوية جـ : ج ق

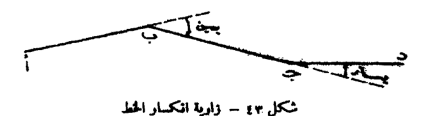
زاوية د · ج غ



شكل ٤٢ – الانحراف الربع دائري

والملاحظ بأن الشمال أعطي حرف « ش » ، الجنوب حرف « ج » ، الشرق حرف « ق » والغرب حرف « غ » .

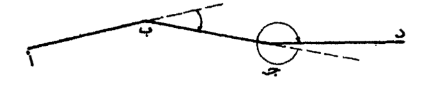
٣ — زاوية انكسار الخط (Deflection Angle) (شكل ٤٣)



شكل ٤٣ — زاوية انكسار الخط

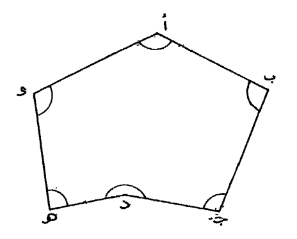
هي الزاوية بين امتداد خط عبر نقطة والخط المنطلق من النقطة . وتذكر قيمة الزاوية مع ذكر يسار أو يمين وفق اتجاه الخط المنطلق من النقطة .

٤ — زاوية نحو اليمين (Angle to the Right) (شكل ٤٤)



شكل ٤٤ — زاوية نحو اليمين

هي الزاوية بين الخط الذي يسبق النقطة المقاس عندها الزاوية والخط الذي يتبع هذه النقطة على أن تقاس الزاوية هذه دائماً باتجاه عقرب الساعة .



شكل ٤٥ – الزوايا الداخلية لترافرس

٥ – الزوايا الداخلية لترافرس (Interior Angles) (شكل ٤٥)

هي الزوايا المحصورة ضمن شكل هندسي متعدد الزوايا . ويجب أن يكون مجموع الزوايا الداخلية لأي ترافرس مساوياً للتالي :

$$١٨٠° (هـ - ٢)$$

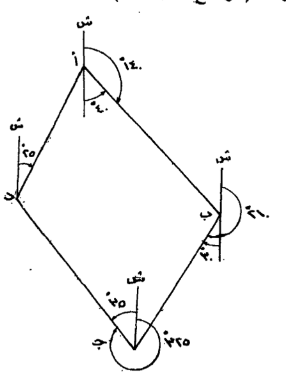
حيث تمثل هـ عدد اضلاع الترافرس .

هـ – نماذج

نموذج ١ : أوجد الانحراف الدائري لاضلاع الترافرس أ د من الانحرافات الربع دائرية التالية :

الضلع	الانحراف الربع دائري
أ ب	ج ٤٠° ق
ب ج	ج ٣٠° غ
ج د	ش ٣٥° غ
د أ	ش ٢٥° ق

الحل : (راجع شكل ٤٦)



شكل ٤٦ – نموذج

الانحراف الدائري للضلع أ ب = ١٨٠° – ٤٠° = ١٤٠°

الانحراف الدائري للضلع ب ج = ١٨٠° + ٣٠° = ٢١٠°

الانحراف الدائري للضلع ج د = ٣٦٠° – ٣٥° = ٣٢٥°

الانحراف الدائري للضلع د ه = ٢٥°

نموذج ٢ : يبيّن الجدول التالي الزوايا الداخليـــة لترافرس أ ب ج د هـ المسمّى باتجاه عقرب الساعة . المطلوب إيجـاد الانحراف الدائري لجميع أضلاع الترافرس مع العلم بان الانحراف الدائري للضلـع أ ب هو ١١٠° .

	الزاوية الداخلية
أ	٩٢°
ب	٧٨°
ج	١٣٠°
د	٤٢°
هـ	٢٠٨°

الحل : (راجع شكل ٤٧)

انحراف الضلع أ ب = ١١٠°

قيمة الزاوية ب١ = ١٨٠ − ١١٠ = ٧٠°

قيمة الزاوية ب٢ = ١٨٠ − ٧٠ − ٧٨ = ٣٢°

انحراف الضلع ب ج = ١٨٠ + ٣٢ = ٢١٢°

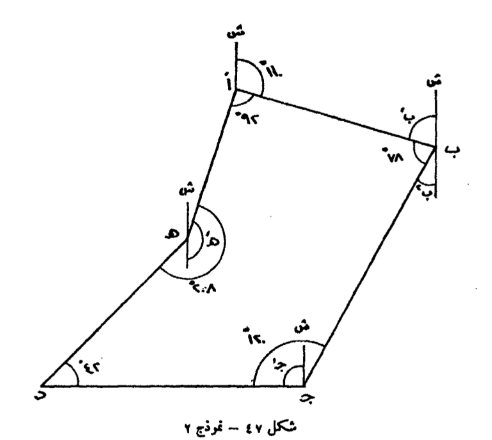
قيمة الزاوية ج١ = ١٢٠ − ٣٢ = ٨٨°

انحراف الضلع ج د = ٣٦٠ − ٨٨ = ٢٧٢°

انحراف الضلع د هـ = (١٨٠ − ٨٨) − ٤٢ = ٥٠°

قيمة الزاوية هـ١ = ٢٠٨ − ٥٠ = ١٥٨°

انحراف الضلع هـ١ = ١٨٠ − ١٥٨ = ٢٢°

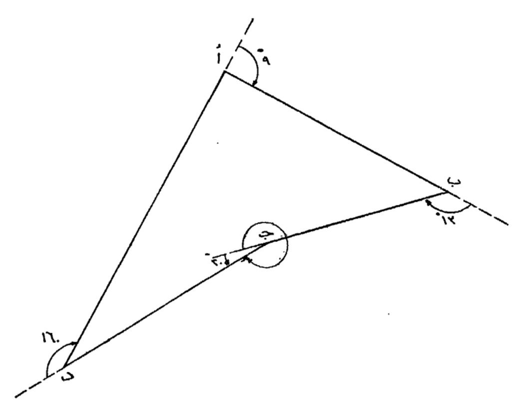


شكل ٤٧ — نموذج ٢

نموذج ٣ : يبيّن الجدول التالي زوايا انكسار خطوط أضلاع الترافرس ا ب ج د . المطلوب ايجاد قيمة الزوايا نحو اليمين وقيمة الزوايا الداخلية للترافرس .

	زاوية انكسار الخط
أ	٩٠° يمين
ب	١٣٠° يمين
ج	٢٠° يسار
د	١٦٠° يمين

الحل : (راجع الشكل ٤٨)



شكل ٤٨ – نموذج ٣

الزوايا نحو اليمين :

أ = ٩٠°

ب = ١٣٠°

ج = ٣٦٠ – ٢٠ = ٣٤٠°

د = ١٦٠°

الزوايا الداخلية للترافرس :

أ = ١٨٠ − ٩٠ = ٩٠°
ب = ١٨٠ − ١٣٠ = ٥٠°
ج = ١٨٠ + ٢٠ = ٢٠٠°
د = ١٨٠ − ١٦٠ = ٢٠°

نموذج ٤ : في مثلث أ ب ج ، أوجد قيمة الزاوية الداخلية أ إذا علمت أن قيمـــة الزاويتين ب و ج هي ٣٠″ ٤٠′ ٢٧° و ٤٥″ ٢٧′ ٨٤° .

الحل : قيمة الزاويتين ب و ج تساوي :

٣٠″ ٤٠′ ٢٧°
٤٥″ ٢٧′ ٨٤°
―――――――
٧٥″ ٦٧′ ١١١°
أو ١٥″ ٨′ ١١٢°

قيمة الزاوية أ = ١٨٠° − ١٥″ ٨′ ١١٢°
= ٦٠″ ٥٩′ ١٧٩° − ١٥″ ٨′ ١١٢°
= ٤٥″ ٥١′ ٦٧°

و ــ تمارين :

تمرين ١ : أوجد الإنحرافات الدائرية للترافرس المفتوح أ ب ج د ه و من الانحرافات الربع دائرية التالية :

الضلع	الانحراف الربع دائري
أ ب	ج ٣٠° ق
ب ﺟ	ج ١٠° غ
ﺟ د	ج ٧٠° ق
د ﻫ	ج ٢٠° ق
ﻫ و	ش ٨٠° ق

تمرين ٢ : يبيّن الجدول التـــالي الانحرافات الدائرية لترافرس أ ب ج د ﻫ و . المطلوب إيجاد الزوايا الداخلية لهذا الترافرس .

الضلع	الانحراف الدائري
أ ب	١١٠°
ب ﺟ	٢٠٠°
ﺟ د	٣٥٠°
د ﻫ	٢٥٠°
ﻫ و	٣٠°
و أ	١٠°

تمرين ٣ : يبيّن الجدول التـالي الانحرافات الربع دائرية للخطوط المذكورة (استعملت الحروف ش للشمال ، ج للجنوب ، ق للشرق ، غ للغرب)

الخـــط	الانحراف الربـع دائري
أ ب	ش ١١′ ١٥° غ
ج د	ج ١٤′ ٢٧° غ
هـ و	ج ٦′ ٥° ق
ز ح	ش ٢٤ ٨٢° ق

أوجد الإنحرافات الدائرية لهذه الخطوط المقاسة من خط الشمال باتجاه الشرق .



الفصل الرابع

البوصلة المنشورية

أ ـ الأجزاء الرئيسية (شكل ٤٩)

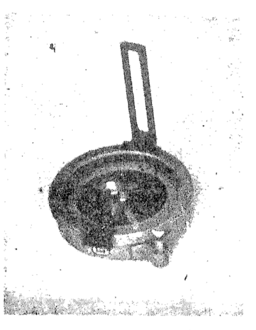
تتألف البوصلة المنشورية من الأجزاء الرئيسية التالية :

١ ـ علبة مستديرة تحوي ابرة مغناطيسية ودائرة مدرّجة .

٢ ـ خط نظر يتحدّد عادة بشعرتين عاموديتين أو بشقّين عاموديين أو بشعرة وشق .

٣ ـ ابرة مغناطيسية تتجه بحرّية دوماً نحو الشمال المغناطيسي ومتصلة

بدائرة مدرّجة من صفر إلى ١٨٠ درجـة ابتداء من الشمال أو الجنوب باتجاه الشرق والغرب .

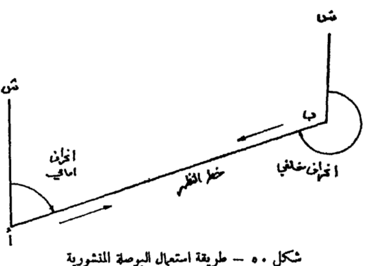


شكل ٤٩ — البوصلة المنشورية

وبالاضافة إلى الأجزاء الرئيسية المذكورة أعلاه فان البوصـلة تحوي بعض الأجزاء الثانوية المساعدة . من ذلك منشور ثلاثي يكبّر الدائرة المدرّجة ليسهل قراءتها ومسمار لرفع الابرة المغناطيسية وخفضهـا تهدئة لحركتها . البوصلة مجهزة بأسفلها بقلاووز يمكّن تثبيتها على قاعدة فوق نقطة معينة كما يمكن استعمالها باليد في الأعمال الأقل دقة .

ب – طريقة الاستعمال

لايجاد انحراف الخط أب عن الشمال المغـناطيسي ، اتبع التعلـيات التالية : (شكل ٥٠)



شكل ٥٠ – طريقة استعمال البوصلة المنشورية

١ – ضع البوصلة المنشورية افقياً فوق النقطة أ بتثبيتها فوق القاعدة واستعمال الشاقول للتأكد من أن محور البوصلة يمرّ بالنقطة أ .

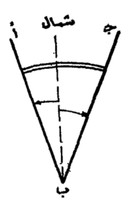
٢ – أدر علبة البوصلة بحيث يكون خط النظر مطابقاً للخط أ ب . ويتم ذلك بالنظر خـلال الشق العامودي الأول ورؤية شاخص موضوع عند نقطة ب خلال الشق الثاني للآلة .

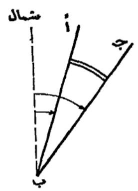
٣ – بما ان الابرة المغناطيسية لا تتأثر باستدارة علبة البوصلة فإنهـا تظل متجهة نحو الشمال المغناطيسي . اقرأ على الدائرة المدرّجـة الزاوية بين اتجاه الابرة واتجاه الشقين (أي الخط أ ب) . الزاوية المقروءة تعطي انحراف الخط أ ب عن الشمال المغناطيسي وهو يسمّى انحرافاً أمامياً .

٤ — انقل البوصلة الى نقطة ب وأدر خط النظر باتجـاه أ لتحديد انحراف خط ب أ عن الشمال المغناطيسي . القراءة الجديدة تسمى الانحراف الخلفي وتؤخذ عادة لتدقيق العمل لأن هناك علاقة بين الانحراف الامامي والانحراف الخلفي محدّدة بما يلي :

الفرق بين الانحراف الامامي والانحراف الخلفي = ١٨٠°

٥ — لقراءة زاوية معينة أ ب ج مثـــلاً ، اوجد انحراف ب أ عن الشمال ثم انحراف ب ج عن الشمال . زاوية أ ب ج تكون فرق الانحرافين اذا كانا سوية باتجاه او عكس اتجاه عقرب الساعة بالنسـبة للشمال . في حال كون احد الانحرافين مع عقرب الساعة والآخر ضـده ، تكون الزاوية بين الخطين حاصل جمع الانحرافين **(شكل ٥١)** .





شكل ٥١ — قراءة زاوية بالبوصلة المنشورية

ج ـ خصائص البوصلة المنشورية

١ ـ المزايا

أ) سهولة العمل بها بسبب خفتها وقلة أجزائها .

ب) سرعة العمل بها مما يساعد كثيراً في الاعمال الاستكشافية.

ج) قلة التكاليف بالنسبة للتيودولیت .

د) امكانية قراءة انحراف مستقلاً عن غيره لارتباطه فقط بالشمال.

٢ ـ العيوب

أ) الانحرافات تقريبية ولا تمكّن من مسح دقيق .

ب) تأثر الابرة المغناطيسية بعوامل محلية تغيّر من اتجاه الشمال المغناطيسي .

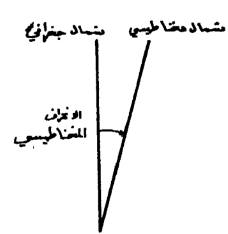
ج) عدم امكانية ضبط الآلة .

د ـ علاقة الشمال المغناطيسي بالشمال الجغرافي

الشمال المغناطيسي يمثل مركز الثقل المغناطيسي للكرة الأرضيــة والذي تنجذب باتجاهه ابرة مغناطيسية حرة . اما الشمال الجغرافي فيمثل نقطة التقاء المحور الذي تدور حوله الكرة الأرضية مع هــذه الكرة . والعلاقـــة بين الشمالين تحدّد بالانحراف المغناطيسي لنقطة ما على سطح الأرض .

١ – تعريف الانحراف المغناطيسي (Magnetic Declination)

هو الزاوية المحصورة بين الاتجاه الجغرافي والاتجـــاه المغناطيسي ويحدد بزاوية شرقاً او غرباً عن الاتجاه الجغرافي (شكل ٥٢) . وهـــذا الانحراف يتغير من مكان لآخر على وجـــه الأرض . ويمكن معرفته لنقطة معينـة بالرجوع الى رسوم تصدرهـا مراصد عليها خطوط اجونية (Agonic lines) تري قيمـة الانحراف لكامـــل الكرة الأرضية .



شكل ٥٢ – الإنحراف المغناطيسي

٢ – تغيّر الانحراف المغناطيسي

يتغيّر الانحراف المغناطيسي لنقطة معيّنـــة على سطح الأرض تغيّرات عدة أهمها :

١) التغيّرات الطويلة المدى : القرنيّة (Secular Variations)

٢) التغيّرات السنوية (Annual Variations)

٣) التغيّرات اليومية (Daily Variations)

٤) التغيّرات غير المنتظمة نتيجة عوامل ارضية رئيسية .

٣ — الجاذبية المحلّية (Local Attraction)

تتأثر ابرة البوصلة المنشورية بالمعادن التي تكون قريبة منها اثناء الرصد فلا تتجه نحو الشمال المغناطيسي الحقيقي . وهـــذه المؤثرات التي تسمّى بالجاذبية المحلية مهمة جداً في كثير من الاحيـان بحيث يتوجب تصحيح الزوايا المقروءة . يكون ذلك بأخذ الانحراف الامامي والانحراف الخلفي لخط ما والتأكد بأن الفرق بين الانحرافين يساوي ١٨٠ درجة .

هـ — نموذج لحساب الزوايا

ما هي قيمة الزاوية أ ب ج اذا كان انحراف الخط ب أ يساوي ٣٠′ ٢٠° وانحراف الخط ب ج يساوي ٠٠′ ١١٥° ؟

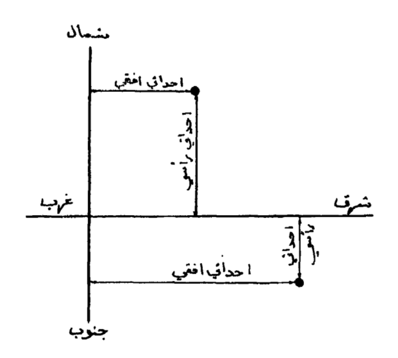
الحل : الزاوية أ ب ج تساوي

٠٠′ ١١٥° — ٣٠′ ٢٠° = ٣٠ ٩٤°

و — الاحداثيات (Coordinates)

تضمّنت الصفحات السابقة شرح طرق ايجـــاد اضلاع وزوايا الترافرس ولتسهيل الرسم والحساب ، تستعمل طريقـــة الإحداثيات لوصف خصائص الترافرس . والاحداثيات عبارة عن مساقط لنقطة او خط على اتجاهين متعامدين يكونان عادة خط الشمال — الجنوب (رأسي) وخط الشرق — الغرب (افقي) . يسمّى الإسقـــاط على الخط الرأسي

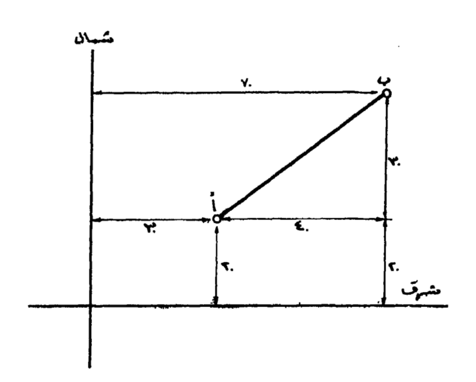
احداثيا رأسيا (Latitude) ويسمّى الاسقاط على الخط الافقي احداثيا افقيا (Departure) (شكل ٥٣) .



شكل ٥٣ – الإحداثيات

لعمل احداثيات ، تقسم دائرة الافق الى اربعة اقسام محددة بالاتجاهات الاربعة : شمال ، شرق ، جنوب ، غرب . وتكون الاحداثيات الرأسية ايجابية اذا كانت أعلى خط شرق – غرب وسلبية اذا كانت اسفل هذا الخط . اما الاحداثيات الافقية فتكون ايجابية اذا كانت على يمين خط الشمال وسلبية اذا كانت على يساره . ويحدّد موقع خط معين بتحديد احداثيات طرفيه .

مثال على ذلك ، نفترض ان احداثيات النقطتين أ و ب هي كما يلي (شكل ٥٤) :



شكل ٥٤ — نموذج عن الإحداثيات

أ	:	احداثي افقي = ٣٠	احداثي رأسي = ٢٠
ب	:	احداثي أفقي = ٧٠	احداثي رأسي = ٥٠

فيكون الفـارق في الاحداثي الافقي يساوي ٧٠ — ٣٠ = ٤٠ والفارق في الاحداثي الرأسي ٥٠ — ٢٠ = ٣٠ وعليه يكون طول الخط أ ب ساوي $\sqrt{(٤٠)^٢ + (٣٠)^٢}$ = ٥٠ .

ز – تمارين

تمرين ١ : استعملت البوصلة المنشورية لقياس انحرافات ترافرس مقفل أ ب ج د هـ فكانت النتائج كما هو مبيّن في الجدول التـالي (انحرافات دائرية من الشمال باتجـــاه الشرق) . المطلوب حساب الزوايا الداخلية للترافرس .

الجانب	الانحراف
أ ب	°١٠٠
ب ج	°٢٦٠
ج د	°٣٣٠
د هـ	°٧٠
هـ أ	°١١٠

تمرين ٢ : يتضمن الجدول التالي إحداثيات النقط أ ب ج د . المطلوب حساب الأطوال أ ب ، ب ج ، ج د وقيمة انحراف كل منها عن الشمال .

النقطة	إحداثي أفقي	إحداثي رأسي
أ	٢٠	١٠
ب	٥٠	٥٠
ج	صفر	٥٠
د	– ٢٠	٤٠

تمرين ٣ : إحداثيات النقطة أ هي (١٠و٢٠) (١٠ أفقي و ٢٠ رأسي) ، وإحداثيات النقطة ب هي (٤٠و٦٠) . النقطة ج هي نقطة على الخط أ ب وإحداثيها الأفقي هو ٢٥ فما هو إحداثيها الرأسي ؟

تمرين ٤ : مثلث إحداثيات زواياه هي التالية (١٧و٢٥) ، (١٠و-١٠)، (-١٢و٢٠) فما هي مساحة المثلث ؟



الفصل الخامس

التيودوليت

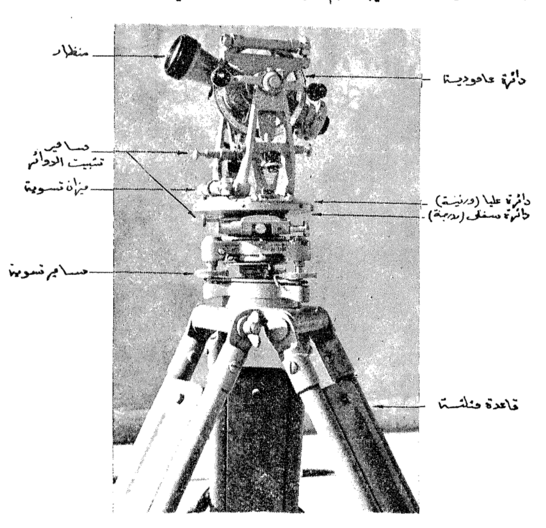
أ ـ الأجزاء الرئيسية (شكل ٥٥)

يعتبر التيودوليت أدق جهاز لقياس الزوايا . وهو يتألف من الأجزاء الرئيسية التالية :

١ ـ منظار مكبّر يسمح برؤية بعيدة . وهو مؤلف من مجموعة عدسات حفر على إحداها خطان واحد أفقي وواحد عامودي لتحديد النقطة المراد النظر اليها بالضبط .

٢ ـ دائرة عليا أفقية متصلة بالمنظار بحيث تدور مع دورانه .

وهذه الدائرة محفور عليها سهم باتجاه خط النظر الذي يتخذه المنظار .



شكل ٥٥ — التيودوليت

٣ — دائرة سفلى أفقية مدرّجة من صفر الى ٣٦٠ درجة . وهذه الدائرة ممكن ربطها بالدائرة العليا أو فصلها عنها وذلك بمسامير خاصة لذلك .

٤ – قاعدة مثلثة الأرجل يثبّت اليها التيودوليت فوق نقطة ما . ويحدد المحور العامودي للجهاز فوق النقطة بواسطة شاقول .

٥ – دائرة عامودية متصلة بالمنظـــار وتسمح بقراءة درجة ميلان الأخير عن الخط الأفقي .

٦ – مسامير تسوية ثلاثة موجودة بـين القاعدة المثلثة وجهـــاز التيودوليت . وهذه المسامير تسمح عند ضبطها بجعل دائرتي التيودوليت العليا والسفلى أفقيتين .

٧ – ميزان تسوية فيه فقاعة هواء ضمن سائـل يستعمل للتأكد من أن دائرتي التيودوليت أفقيتان وذلك بادارة مسامير التسوية حتى تكون الفقاعة في وسط أنبوب ميزان التسوية .

وعلاوة على الأجزاء المذكورة أعلاه فان التيودوليت يحوي مجموعة من المسامير التي تستعمل لتثبيت الدائرة العليا أو السفلى حتى لا تتحرك عند أخذ قراءة ما .

ب – طريقة الاستعمال (شكل ٥٦)

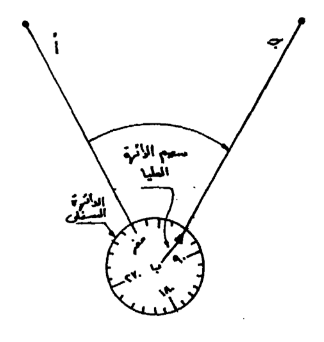
لقراءة زاوية أ ب ج بواسطة التيودوليت ، اتبع التعليمات التالية :

١ – ضع جهـاز التيودوليت على القاعدة المثلثة فوق النقطة ب . تأكد من أن محور الجهاز العامودي يمرّ بالنقطة ب بواسطة شاقول ممتد من الجهاز الى النقطة .

٢ – اجعل دائرتي الجهـــاز أفقيتين بتحريك مسامير التسوية وجعل

فقاعة ميزان التسوية في وسطه .

٣ — ثبّت الدائرة السفلى حتى لا تتحرك وذلك بواسطة مسمار خاص لذلك .



شكل ٥٦ — قراءة زاوية بالتيودوليت

٤ — حرّك الدائرة العليا حتى يطابق السهم المحفور عليهـا علامة الصفر على الدائرة السفلى .

٥ — ثبّت الدائرة العليا بالدائرة السفلى وحلّ الدائرة السفلى ليصبح الجهاز بدائرتيه المتصلتين حراً .

٦ — وجّه الجهاز بواسطة المنظار نحو النقطة أ وثبّت الدائرة السفلى

بهذا الاتجاه . وهذه الخطوة تكون أمّنت أن صفر الدائرة السفلى هو باتجاه أ ب .

٧ – حلّ الدائرة العليـا عن السفلى وأدر المنظار باتجاه نقطة ج . بعد رؤية الشاخص الموضوع عند النقطة ج من خلال المنظـــار ، ثبت الدائرة العليا بالدائرة السفلى . هذه الخطوة تجعل سهم الدائرة العليـــا باتجاه ج مع المحافظة على صفر الدائرة السفلى باتجاه أ .

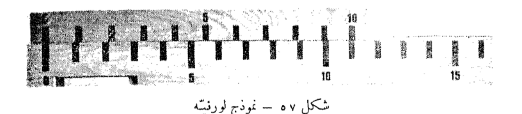
٨ – اقرأ على الدائرة السفلى الزاوية المرادفة لسهم الدائرة العليـــا وتكون هي الزاوية أ ب ج .

ج – ملاحظات خاصة بالتيودوليت

ان الاستعمال الرئيسي للتيودوليت هو قراءة زوايا أفقية بدقة . على أن هذا الجهاز يسمح أيضاً بقراءة فروقات بالارتفاع ومسافات أيضاً . ويتم ذلك عن طريق وضع قامة (انظر شرحها في باب الميزانيّة) على نقطة ما وقراءتها عند تقاطع الشعرات الأفقية على عدسة المنظـــار . وتجدر الاشارة هنا الى أن هناك خطين أفقيين على عدسة المنظار بالاضافة الى الخط الأفقي الوسطي ، فإذا أخذت قراءة القامـة عند تقاطع كل خط بها فإنه بالامكان معرفة بُعد النقطة المرصودة وارتفاعهـا عن الآلة بعملية حسابية بسيطة .

تجدر الاشارة كذلك الى أن الدقة الفائقة المرجوة في قراءة زوايا على التيودوليت تستوجب استعمال مسطرة اضافية صغيرة اسمهـا ورنيّه

(Vernier) توضع بمحاذاة السهم المحفور على الدائرة العليا (**نموذج شكل ٥٧**) وذلك للتمكن من قراءة درجات ودقائق وثواني ، الأمر الذي لا يمكن فعله بالعين المجردة دون ورنيّه .



شكل ٥٧ – نموذج لورنيّه

د – شبكة المثلثات (Triangulation) (شكل ٣)

لمسح منطقة كبيرة من الأرض يصبح من المتعذر عملياً قياس المسافات بشكل دقيق بالشريط . وبما انه ممكن رصد نقطة ولو بعيدة بواسطة المنظار ، فإن الطريقة المتبعة في مسح الأراضي الكبيرة تعتمد بالدرجة الأولى على قياس زوايا بواسطة التيودوليت .

تنشأ لهذه الغاية شبكة مثلثات بحيث يكون من الممكن رصد نقطتين أو أكثر من كل زاوية من زوايا المثلثات دون حاجة للقياس الفعلي للمسافة بين هذه النقط . ولمعرفة أضلاع هذه المثلثات ، يكفي قياس ضلع واحد لأحد المثلثات ويسمى بخط الأساس (Base line) . أما باقي أضلاع المثلث المتضمن خط الأساس فتحسب من زوايا المثلث . كذلك الأمر بالنسبة لجميع أضلاع المثلثات فهي تحسب من الزوايا ومن معرفة ضلع واحد فقط يكون قد حسب هو الآخر من خط الأساس .

قياس خط الأساس يتطلب دقة متناهية لأن جميع أطوال أضلاع

شبكة المثلثات محسوبة منه . لذلك فإن قياسه يتم بشريط من معدن خاص يسمى انفار (Invar) لا يتمدد كثيراً مع الحرارة . وبالاضافة الى ذلك تصحح قيمة الطول المقاس للأخذ بعين الاعتبار قيمة شد الشريط عند القياس ودرجة حرارة الجو ودرجة انحدار الشريط عند مده . ولإعطاء فكرة عن دقة قياس خط الأساس فإن الخطأ المسموح به عند قياس طول ٥٠٠ متر مثلاً يجب ألا يتعدى نصف سنتمتر .

النقط الأساسية التي تشكل زوايا المثلثات لبلد ما تحدد من قبل دوائر المساحة في الدولة وتثبّت بشكل يمنع زحزحتها مع مرور السنين ، وذلك للاستفادة منها في عمليات مسح محلية فيما بعد .



الفصل السادس

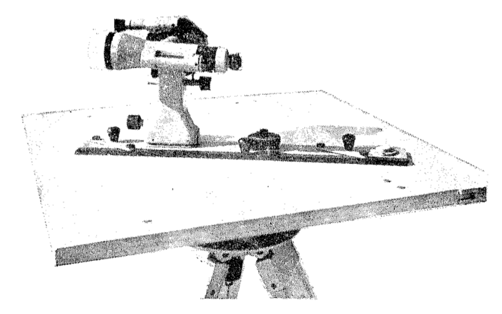
اللوحة المستوية

أ ـ الأجهزة الرئيسية (شكل ٥٨)

تختلف اللوحة المستوية أو البلانشيطة (Plane Table) عن غيرها من أجهزة المساحة في أنها تسمح برسم قطعة الأرض المراد رفعها مباشرة على الطبيعة بدلاً من أخذ معلومات ونقلها فيما بعد على الورقة كما يحدث في الأجهزة الأخرى . وتتألف اللوحة المستوية من الأجزاء الرئيسية التالية :

١ ـ لوحة رسم مربعة أو مستطيلة في أسفلها قلاووز لتثبيتها بالحامل .

٢ – حامل اللوحة مؤلف من أرجل ثلاثة تتصل باللوحة عن طريق قلاووز .



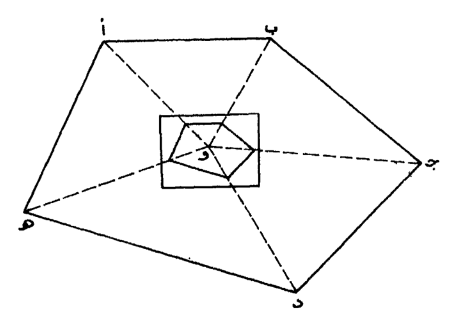
شكل ٥٨ – اللوحة المستويه

٣ – جهاز اليداد (Alidade) مؤلف من منظار مكبّر متصل بمسطرة رسم . والاليداد يوضع على لوحة الرسم ويبقى حراً دون تثبيته بها .

٤ – ميزان تسوية متصل بالاليداد أو منفصل عنها وذلك لضبط أفقية لوحة الرسم .

٥ – شوكة الاسقاط وهي عبارة عن ملقط يدخل بطرف لوحة الرسم ويتصل أحد طرفيه بخيط شاقول ويكون الطرف الآخر مدبباً وواصلاً لنقطة رسم على اللوحة . والغاية منه التأكد بأن نقطة مرسومة على سطح اللوحة هي فوق نقطة معينة على الأرض .

٦ – ورقة رسم تثبّت على اللوحة .



شكل ٥٩ – المسح باللوحة المستوية

ب – طريقة الاستعمال (شكل ٥٩)

لمسح ترافرس أ ب ج د هـ بواسطة البلانشيطة ، إتبع الارشادات التـــالية :

١ – ركّب اللوحة على الحامل فوق أية نقطة قريبة من وسط قطعة الارض أ ب ج د هـ ، واجعل اللوحة افقية بواسطة ميزان التسوية .
٢ – ثبت اللوحة لمنعها من التحرك وذلك بواسطـــة مسمار خاص لهذه الغاية .

٣ – حدد نقطة على لوحة الرسم تمثل النقطة التي يوضع الجهاز فوقها ولتكن مثلاً وسط ورقة الرسم . سمّها نقطة و .

٤ – ارصد النقطة أ بواسطة منظـــار الاليداد بحيث يكون طرف المسطرة المتصلة بالاليداد ماراً بالنقطة و .

٥ – ارسم خطاً على الورقة بواسطة المسطرة يكون ماراً بالنقطة و ومتجهاً نحو النقطة أ .

٦ – ادر جهاز الاليداد وارصد النقطة ب . ارسم خطاً ماراً بالنقطة و ومتجهاً نحو ب .

٧ – اعد العملية باتجاه النقط المتبقية للترافرس لتحصل على شماعات منطلقة من النقطة و باتجاه زوايا الترافرس .

٨ – قس بواسطة الشريط المسافـات و أ ، و ب ، و ج ، و د ، وه وحدد هذه الاطوال على الشماعات المرسومة بعد اختيار مقياس مناسب للرسم . بذلك يكون الشكل المرسوم للترافرس مماثـلاً للشكل الحقيقي للترافرس على الارض واصغر منه بقيمة مقياس الرسم .

٩ – لمعرفة أية زاوية ، اذا أريد ذلك ، يمكن قياسهـا من الرسم بواسطة المنقلة .

الطريقة المشروحة اعلاه تسمّى طريقة الاشعاع وهي اسهل طرق المسح باللوحة المستوية . وفي حال تعذر رؤية نقط الترافرس من نقطـة وسطى لقطعة الارض ، تتبع طرق اخرى تقتضي نقـل البلانشيطة من مكانها عدة مرات ووضعها احياناً على زوايا الترافرس نفسها .

ج – خصائص اللوحة المستوية

١ – المزايا

أ) سرعة المسح بالنسبة لبـــاقي الطرق لكون المعلومات ترسم مباشرة .

ب) امكانية تحقيق العمل على الاراضي خلال عملية المسح .

ج) سهولة استعمال الجهاز .

٢ – المعايب

أ) الدقة التي تعطيها اللوحة المستوية ليست في المستوى المطلوب لبعض عمليات المسح الدقيقة .

ب) عدم وجود معلومات مدوّنة في دفتر لا يمكّن من تكبير الرسم دون زيادة أخطاء إضافية عليه .



الفصل السابع

الميزانيـة

– تعريفات

١ – الميزانية (Leveling)

هي فرع من المساحة يبحث في علاقة البعد الرأسي بين نقطتين او اكثر على سطح الارض ومعرفة الارتفاعات والانخفاضات عن مستوى ثابت يسمّى مستوى المقارنة (Datum) الذي يكون في كثير من الأحيان متوسط مستوى سطح البحر (Mean Sea Level) .

٢ — **الخط الرأسي** (Vertical Line)

هو الخط الذي يقع في اتجاه خيط الشاقول أي في اتجاه الجاذبية الأرضية .

٣ — **السطح الافقي** (Horizontal Plane)

هو السطح الذي يكون عند أية نقطـــة فيه عمودياً على خيط الشاقول المار في هذه النقطة .

٤ — **الخط الافقي** (Horizontal Line)

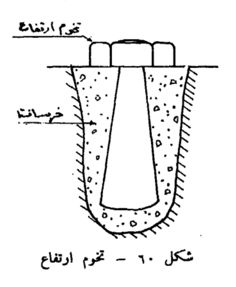
أي خط يقع في سطح افقي .

٥ — **منسوب نقطة** (Elevation)

هو الفارق العمودي بين النقطة وبين مستوى مقارنة يكون عادة مستوى سطح البحر .

٦ — **تخوم ارتفاع أو روبير** (Bench Mark) **(شكل ٦٠)**

هي نقط ثابتـــة على الأرض تقوم بوضعهـــا دوائر المساحة الحكوميـــــة وتحدّد بدقة متناهية مناسيب ارتفاعها عن سطـــح البحر . وتكون هذه التخوم مرجعـــاً لتحديد مناسيب أعمال مساحـــة يقام بها في المنطقـــة التي تقع فيها التخوم دون الرجوع المباشر



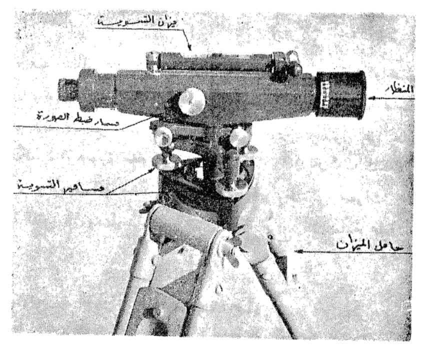
شكل ٦٠ — تخوم ارتفاع

لسطح البحر لأخذ قراءات ارتفاع عليه . وتخوم الارتفاع تكون عادة مؤلفة من رأس حديد متّصل بمواسير حديد مثبتة بالاسمنت في المباني والجسور وعلى المرتفعات شرط أن يظهر منها ما يكفي لوضع القامة عليها .

ب — الطرق العامة لمعرفة الفرق في الارتفاع بين نقطتين

١ — القياس المباشر للفرق في الارتفاع بواسطة الميزان وهي الطريقة الأكثر دقة واستعمالاً في أعمال الميزانية .

٢ — القياس غير المباشر وذلك عن طريق معرفة زاوية الميل بين النقطتين والمسافة الافقية بينهما .



شكل ٦١ — الميزان

٣ — الميزانية البارومترية وهي تعتمد على قياس الفرق في الضغط

الجوي بين نقطتين لمعرفة الفرق في الارتفاع بينهما . وهذه الطريقة لا تستعمل سوى في الأعمال الاستكشافية حيث الفرق في الارتفاع كبير جداً .

ج – الاجهزة والمعدات المستعملة في الميزانية

١ – الميزان (Level) (شكل ٦١ وشكل ٦٢)

الميزان هو الجهاز الرئيسي لقراءة الفروقات في الارتفاع والانخفاض بين نقط على سطح الارض . وهو يتألف من الأجزاء الرئيسية التالية :

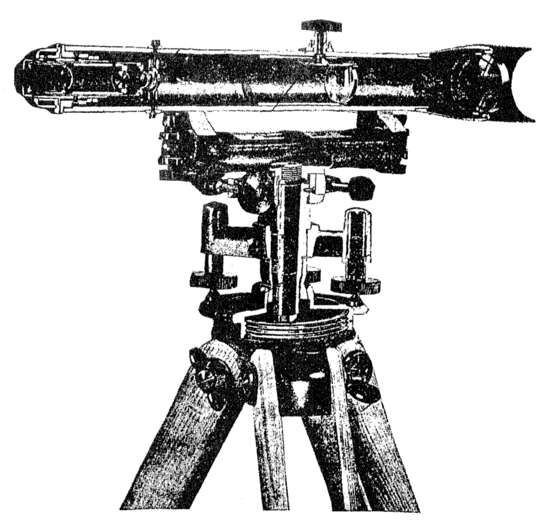
أ) المنظار (Telescope)

يتألف المنظار من اسطوانتين تتحرك الواحدة منها داخل الأخرى . وتحوي الاسطوانتان عدستي الشيئية لتكوين صورة مصغّرة مقلوبة والعينيّة لتكبير هذه الصورة . ويمكن الحصول على صورة حقيقية مكبّرة او صورة مقلوبة مكبّرة وذلك وفقاً لتركيب المنظار المستعمل . وعلى مسافة صغيرة من العينية يوجد حامل شعرات محفور عليه خط افقي في وسط دائرة المنظار لأخذ قراءة القامة عليه عند الاستعمال .

ب) ميزان التسوية (Leveling Screws)

يتألف ميزان التسوية من انبوب زجاجي دائري المقطع يملأ اغلبه بالكحول ، والجزء الباقي ، وهو الفقاعة ، يملأ بالهواء وبخار الكحول . وعلى جانبي منتصف الانبوب تحفر خطوط تملأ باللون الأسود على ابعاد

متساوية لمعرفة موقع الفقاعة بالنسبة للانبوب . ويعتمد مـيزان التسوية على ان سطح أي سائل ساكن هو سطح مستوٍ لانه عمودي في أية نقطة فيه على اتجاه الجاذبية الأرضية . وهو يستعمل بالميزان لضبط المنظـار في اتجاه افقي وذلك بالتأكد بأن الفقاعة هي في منتصف الأنبوب .



شكل ٦٢ – مقطع لميزان

ج) مسامير التسوية (Leveling Screws)

هي مسامير ثلاثة يرتكز عليها المنظـار . ويمكن تحريك هذه المسامير بشكل يمكّن من جعله افقيـاً عن طريق التأكد بأن فقاعة الهواء في ميزان التسوية هي في وسط هذا الميزان .

د) حامل الميزان (Tripod))

هو يتألف من ثلاثة أرجل . وفي أغلب الحالات يمكن اطالة أية رجل من هذه الأرجل بعض الشيء لتسهيل تركيز الميزان بشكل افقي تقريبـاً . أما ضبطه الدقيق ليكون افقياً تماماً فيتم بواسطة مسامير التسوية .

٢ – القامة (Stadia Rod) (شكل ٦٣)

القامة مسطرة طويلة من الخشب يتراوح طولها بين ثلاثـة وأربعة أمتـار . أحد وجهيهـا مقسّم إلى أمتار ودسيمترات وسنتيمترات . والقامة توضع بشكل عامودي على نقطة معينة بحيث يبدأ الترقيم عليها من أسفـل إلى أعلى ، أي أن أية قراءة عليها تمثّل بُعد النقطة المقروءة عن سطح الأرض حيث تقف القامة .

وتختلف طريقة رسم المسافات على القامة من شركة منتجة إلى اخرى . ويستحسن دائماً دراسة طريقة الرسم على قامة جديدة قبل بدء العمـل بها للتأكد من صحة القراءة .

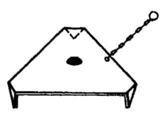
3 N 7 6 V 4 2 1

شكل ٦٣
القامـة

في بعض الأحيان يثبّت ميزان تسوية بالقامة وذلك لايقافها عمودياً فوق النقطة المراد قياس منسوبها . وفي الحالات الاخرى تحدّد عمودية القامة بالنظر .

٣ – القاعدة الحديدية (Turning Plate) (شكل ٦٤)

هي عبارة عن قطعة معدنية مثلثة الشكل بكل رأس من رؤوسها قائم مدبب عمودي على مستوى القطعة المعدنية . والقاعدة تستعمل مع القامة بوضعها في الأراضي الليّنة عند عمل الميزانية ، حيث توضع القامة عليها منعاً لغوصها في التربة وأخذ قراءات غير صحيحة نتيجة لذلك .



شكل ٦٤ – القاعدة الحديدية

٤ – أدوات تكميلية

أ) الشريط
ب) شمسية لحماية الميزان من أشعة الشمس والحرارة
ج) دفتر الميزانية
د) اوتاد خشبية وفأس لتثبيت نقط خاصة

د – انواع الموازين الرئيسية

١ – ميزان دمبي (Dumpy Level)

خاصة هذا النوع من الموازين هي ان المنظار ثابت بصورة دائمة على حامليه بحيث لا يمكن سحب او رفع المنظار عن باقي اجزاء الميزان .

٢ – ميزان واي (Wye Level)

ميزة هذا النوع من الموازين هي ان المنظار يرتكز على قاعدتين بشكل حرف Y وبالتالي يمكن دورانه حول محوره كما يمكن رفعه واستبدال جانبه الخلفي بالامامي . وهذه الميزة تساعد على ضبط الميزان بعد مرور وقت على استعماله .

٣ – ميزان كوك (Cooke Level)

هو ميزان شبيه بميزان واي غير ان الركيزتين هما حلقتان تحيطان بالمنظار بحيث يمكن سحب المنظار من مركزه دون رفعه .

ه – طريقة استعمال الميزان (شكل ٦٥)

لنفترض ان أ هي نقطة معلومة المنسوب وأنّ ب هي نقطة مجهولة المنسوب . لإيجاد الفرق في المنسوب بين النقطتين أ و ب تتبع الخطوات التالية :

١ – يوضع الميزان على أية نقطة ج مع تفضيل كون هذه النقطة قدر الامكان في منتصف المسافة بين أ و ب .



شكل ٦٥ — العمل بالميزان

٢ — تدار مسامير التسوية على الميزان حتى يصبح المنظار افقياً أي حتى تصبح فقاعة ميزان التسوية في وسطه .

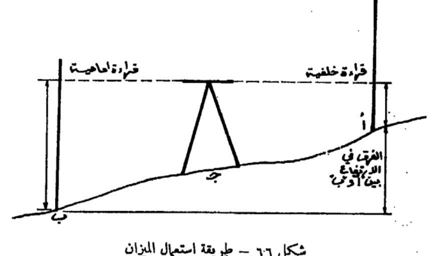
٣ — توقف القامة على النقطة أ ويدار منظار الميزان باتجاه القامة .

٤ — تؤخذ القراءة على القامة حيث تتقاطع الشعرة الافقية في المنظار مع هذه القامة وتسمّى قراءة خلفية (Back sight) .

٥ — تنقل القامة إلى النقطة ب ويدار المنظار باتجاه ب أيضاً .

٦ — تؤخذ القراءة على القامة حيث تتقاطع الشعرة الأفقية في المنظار مع هذه القامة وتسمّى قراءة أمامية (Fore sight) .

٧ — الفرق في الارتفاع بين أ و ب هو الفرق بين القراءتين الخلفية والأمامية كما مبين في الشكل ٦٦ . لحساب منسوب ب من أ يزاد أو ينقص هذا الفرق من منسوب أ .



شكل ٦٦ — طريقة استعمال الميزان

و — حساب الميزانية : طريقة منسوب سطح الميزان (Height of Instrument)

لنفترض أن روبير رقم ١ هو التخوم المعلوم منسوبه وروبير

رقم ٢ التخوم المراد تحديد منسوبه وان الروبير الثاني بعيد بعض الشيء عن الروبير الأول . تحمل القامة عند الروبير الأول ويوضع الميزان في أي موضع مناسب بين روبير ١ وروبير ٢ دون أن يتوجب أن يكون هـــذا الموضع على الخط المستقيم بين الروبيرين . تؤخذ قراءة خلفيـة على روبير ١ . ثم يتقدم حامل القامة حسب توجيهات مسّاح الميزان وينتخب نقطة متوسطة ١ على الاستقامة التقريبية بين روبير ١ وروبير ٢ . يستحسن في هذا المجـال أن تكون المسافـة بين روبير ١ ومركز الميزان هي تقريباً مساوية للمسافة بين مركز الميزان والنقطة المتوسطة ١ وذلـك للحد من خطأ قد ينجم عن عدم افقيـة الميزان . تؤخذ قراءة على القامة عند وضعها على النقطة المتوسطة ١ . ينقل بعد ذلك الميزان الى مركز مناسب جديد وتأخذ قراءة خلفية على القامة عند النقطـــة المتوسطة ١ . يتقدم حامل القامة بعد ذلك الى نقطة متوسطة جديدة مناسبة ويأخذ مساح الميزان قراءة امامية عليها . ثم ينقـل الميزان الى مركز جديد آخر وتعاد العملية السابقـــة حتى تكون آخر قراءة هي قراءة امامية على روبير ٢ .

يلاحظ مما تقدم ان منسوب نقطة مأخوذ عليها قراءة خلفيـــة مضاف اليه هذه القراءة الخلفيـة يعطي منسوب خط النظر او منسوب سطح الميزان . كما يلاحظ بأن منسوب سطح الميزان هذا مطروح منـه القراءة الامامية يعطي منسوب النقطة المأخوذ عليها القراءة الأمامية (او المتوسطة) . وهكذا فان في طريقة منسوب سطح الميزان يُحسب دائماً منسوب خط النظر لكل مرة ينقل فيها الميزان وذلك باضـافة القراءة الخلفية الى منسوب النقطة المأخوذ عليها هذه القراءة ثم تُطرح القراءة الامامية

للحصول على منسوب النقطة التي أخذت عليها القراءة الأمامية . ويبيّن الشكل ٦٧ المعلومات المدوّنة في دفتر الحقل لعملية ميزانية للشكل ٦٨ وكيفية حساب منسوب روبير ٢ من روبير ١ .

النقطة	قراءة خلفية	قراءة متوسطة	قراءة امامية	ملاحظات
تخوم ١	٢,١٠			تخوم منسوبه ٥٠م
١	٢,٠٠		١,٢٠	
٢	٢,٦٠		١,٤٠	
متوسطة		٠,٦٠		
٤	٢,٥		٠,٢٠	
متوسطة ٢		١,١٠		
متوسطة ٢		١,٠٠		
تخوم ٢			٢,٧٠	

شكل ٦٧ – تدوين معلومات الميزانية في الدفتر

يدقّق العمل بطريقة منسوب سطح الميزان كما يلي :

الفرق بين مجموع قراءات المؤخرات ومجموع قراءات المقدّمات = الفرق بين منسوب اول نقطة مرصودة وآخر نقطة مرصودة

لحساب المناسيب بواسطة هـذه الطريقة ، يقسّم دفتر الحقل الى عدة اعمدة تشمل ما يلي :

١ – عمود اسم النقطة المأخوذ عليها قراءة

النقطة	قراءة خلفية	قراءة متوسطة	قراءة امامية	منسوب سطح الميزان	منسوب النقطة
تخوم ١	٢,١٠			٥٢,١٠	٥٠,٠٠
١	٣,٠٠		١,٢٠	٥٣,٩٠	٥٠,٩٠
٢	٢,٦٠		١,٤٠	٥٥,١٠	٥٢,٥٠
متوسطة ١		٠,٦٠			٥٤,٥٠
٣	٢,٥٠		٠,٢٠	٥٧,٤٠	٥٤,٩٠
متوسطة ٢		١,١٠			٥٦,٣٠
متوسطة ٣		١,٠٠			٥٦,٤٠
تخوم ٢			٢,٧٠		٥٤,٧٠
المجموع	١٠,٢٠		٥,٥٠		

التحقيق : ١٠,٢٠ - ٥,٥٠ = ٥٤,٧٠ - ٥٠,٠٠

شكل ٦٨ – طريقة منسوب سطح الميزان

٢ – عمود القراءات الخلفية

٣ – عمود القراءات المتوسطة (قراءات لا ينقل الميزان من مكانه بعد اخذها)

٤ – عمود القراءات الامامية

٥ – عمود منسوب سطح الميزان

٦ – عمود منسوب النقطة

٧ – عمود المسافات بين النقط المؤخوذ عليها قراءات وهو ليس ضروريا في بعض أعمال الميزانية .

الصفحة المقابلة في دفتر الحقل هي للملاحظات والكروكي .

ز – حساب الميزانية : طريقة الارتفاع والانخفاض (Rise & Fall)

بالنسبة لعمل الحقل ، تكون الخطوات المتبعة في القراءات وتحريك القامة والميزان لطريقة الارتفاع والانخفاض هي ذاتها لطريقة منسوب سطح الميزان . الفرق بين الطريقتين هو في طريقة تدوين المعلومات وحساب المناسيب . في طريقة الارتفاع والانخفاض يقسم دفتر الحقل الى الاعمدة التالية :

١ – عمود اسم النقطة المأخوذة عليها القراءة

٢ – عمود القراءات الخلفية

٣ – عمود القراءات المتوسطة

٤ – عمود القراءات الأمامية

٥ – عمود قيمة الارتفاع

٦ – عمود قيمة الانخفاض

٧ – عمود منسوب النقطة

٨ – عمود للمسافات بين النقط المأخوذ عليها قراءات .

تحسب الارتفاعات والانخفاضات عن طريق طرح قراءتين متتاليتين لنقطتين مختلفتين . وتدوّن قيمة الطرح مقابل النقطة الثانية في دفتر الحقل . وتعتبر القيمة ارتفاعاً اذا كانت قراءة النقطة الثانية أقل من قراءة النقطة الاولى ، بينما تعتبر انخفاضاً اذا كانت قراءة النقطة الثانية أكثر من قراءة النقطة الاولى .

ولتدقيق العمل يجب أن يكون الفرق بين مجموع الارتفاعات

والانخفاضات مساوياً للفرق بـــين مجموع المقدّمات والمؤخرات وكذلك مساوياً للفرق بين منسوب اول نقطة وآخر نقطة في عملية الميزانيـــة (راجع الشكل ٦٧ والشكل ٦٩) .

النقطة	قراءة خلفية	قراءة متوسطة	قراءة امامية	ارتفاع	انخفاض	منسوب النقطة
تخوم ١	٢,١٠					٥٠,٠٠
١	٣,٠٠		١,٢٠	٠,٩٠		٥٠,٩٠
٢	٢,٦٠		١,٤٠	١,٦٠		٥٢,٥٠
متوسطة ١		٠,٦٠		٢,٠٠		٥٤,٥٠
٣	٢,٥٠		٠,٢٠	٠,٤٠		٥٤,٩٠
متوسطة ٢		١,١٠		١,٤٠		٥٦,٣٠
متوسطة ٣		١,٠٠		٠,١٠		٥٦,٤٠
تخوم ٢			٢,٧٠		١,٧٠	٥٤,٧٠
المجموع				٦,٤٠	١,٧٠	

التدقيق : ٦,٤٠ ـ ١,٧٠ = ٥٤,٧٠ ـ ٥٠,٠٠

شكل ٦٩ — طريقة الارتفاع والانخفاض

وبصورة عامة تتبّع أغلب عمليات الميزانية في حسابها طريقـة منسوب سطح الميزان لقلة العمل الحسابي فيها مع أن طريقة الارتفـاع والانخفاض تمتاز بضمان أكبر في عدم حصول خطأ في العمليات الحسابية .

ح – مصادر الاخطاء في الميزانية

١ – معدّات مساحة غير مضبوطة .

٢ – استدارة الارض (في الاعمال التي تشمل مساحات كبيرة فقط)

٣ – تغيرات شديدة في الحرارة

٤ – قامة غير صحيحة او متمدّدة او متقلصة

٥ – قامة ليست موقّتة عمودياً فوق نقطة ما

٦ – نقط متوسطة (تُؤخذ عليها قراءات خلفية وأمامية) غير ثابتة ، أو تحرّك ارجل الميزان

ط – تمارين

تمرين ١ : يتضمن الجدول التالي القراءات التي أخذت للخط أ – ه . المطلوب حساب مناسيب جميع النقط بواسطة طريقة الارتفاع والانخفاض بما في ذلك مناسيب النقط المتوسطة .

النقطة	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	منسوب النقطة
أ	١٫٤٠			٢٥٫٠٠
ب	٢٫٧٠		٠٫٩٠	
جـ	٢٫٩٠		١٫٣٠	
		١٫١٠		
د	٢٫٨٠		١٫٤٠	
		١٫٨٠		
ه			٠٫٦٠	

تمرين ٢ : يتضمن الجدول التالي القراءات التي أخذت للخط أ ــ هـ . المطلوب حساب مناسيب جميع النقط بواسطة طريقة منسوب سطح الميزان بما في ذلك مناسيب النقط المتوسطة .

النقطة	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	منسوب النقطة
أ	٢٫١٠			٤٥٫٠٠
ب	١٫٩٠		٣٫٢٠	
		٢٫٦٠		
		٣٫٢٠		
جـ	٠٫٨٠		٣٫٥٠	
		١٫٦٠		
د	١٫٤٠		٢٫٢٠	
هـ			٢٫٨٠	

تمرين ٣ : يتضمن الجدول التالي القراءات التي أخذت للخط أ ــ هـ . المطلوب حساب مناسيب جميع النقط بواسطة طريقة سطح الميزان وطريقة الارتفاع والانخفاض مع العلم بأن منسوب النقطة أ هو ٣٠ متراً .

النقطة	قراءة موخره	قراءة متوسطة	قراءة مقدمة
أ	٢,١٠		
ب		١,٢٠	
جـ		٠,٦٠	
د		٠,٢٠	
هـ	٣,٣٠		٠,١٠
و	٣,٠٠		٠,٥٠
ز		١,٥٠	
حـ		٠,٩٠	
ط			٠,٤٠

الفصل الثامن

عمل المقاطع بالميزان

أ – انواع الميزانية

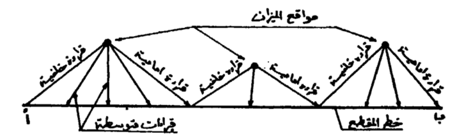
١ – **ميزانية طولية** وهي تجري في الاتجاه الطولي للطرقات والأقنية وسكك الحديد وما شابهها . وينتج عنهـــا المقطع الطولي الذي يبيّن التغيرات في طبيعة الأرض على طول المقطع المدروس .

٢ – **ميزانية عرضية** وهي تجري في الاتجاه العرضي للطرقات والأقنية وسكك الحديد وما شابهها أي تكون متعامدة مع الميزانية الطوليـة . وينتج عنها مقاطع عرضية تبيّن طبيعة الأرض في الاتجـاه المتعامد على

المقطع الطولي . ويكون طول المقطع العرضي على الأرض قصيراً جداً (عشرات الأمتار) بالنسبة لطول المقطع الطولي الذي يمكن أن يصل لعدة كيلو مترات . ويستفاد من المقاطع العرضية في حساب كمية حفر أو ردم أعمال ترابية تتعلق ببعض المشاريع .

٣ – ميزانية شبكية وهي الميزانية التي تجري في الاتجاهات الطولية والعرضية معاً والتي تكون أساساً لتحضير خرائط كنتورية .

ب – طريقة عمل المقاطع الطولية (شكل ٧٠)



شكل ٧٠ – عمل المقاطع الطولية

١ – يحدّد اتجاه المقطع بوضع عدد كاف من النقط على محوره .

٢ – يبدأ الرصد من تخوم معروف المنسوب أو من تخوم يوضع خاصة للشروع المنوي مسحه . ويمكن في الحالة الثانية افتراض اي منسوب لهذا التخوم كألف متر أو مائة متر فوق سطح البحر . وتجدر الاشارة هنا إلى أن المهم عامة في عملية الميزانية هو معرفة ارتفاع نقط المقطع بالنسبة لبعضها البعض وليس بالضرورة منسوب كل منها عن سطح البحر.

٣ ــ يوضع الميزان فوق أية نقطـــة على أو بالقرب من خط المقطع بحيث يمكن للمساح أخذ قراءات عديدة لمسافة طويلة من المقطع دون تغيير مكان الميزان . بعد ضبط الجهاز ، يبدأ المساح بأخذ القراءات من نقطة بداية المقطع مع وضع القامـــة على النقط المناسبة عند كل تغيّر محسوس في انحدار سطح الأرض .

٤ ــ تقاس المسافة الافقيـــة بين جميع النقط التي يرصد ارتفـاعها على طول المقطع وتدوّن في الدفتر كمسافات مجزّأة بين نقطتين متتاليتين أو مسافات متجمّعة من بداية خط المقطع .

٥ ــ تستمر قراءة ارتفاعات نقط المقطع ، مع نقل الميزان من مكانه كلما دعت الحاجة ، حتى يمسح كامل المقطع . ويذكّر بأنه في كل مرة ينقل فيها الميزان ، تؤخذ قراءة أماميـــة على نقطة دوران ثم تؤخذ قراءة خلفية على ذات النقطة بعد نقل الميزان . والغـاية من ذلك ربط كامل القراءات بنقطة بداية المقطع .

ج ــ رسم المقطع الطولي

يعتـبر الطول الافقي لمقطع طولي كبيراً جداً بالنسبـة لفروقات الارتفاع على طوله . لذلـك فإن انتخاب مقياس واحد افقيـاً وعمودياً للمقطع لا يعطي الشكل المناسب لتبيان تضاريس الأرض . وعليه فان المقياس العمودي يكون أكبر بكثير من المقيـاس الافقي . وفي أغلب المقاطع يكون المقياس العمودي عشرة أضعاف المقيـاس الافقي . مثال

مقياس أفقي: ١ : ١٠٠٠
مقياس عمودي ١ : ١٠٠

اسم النقطة	المسافة الجزئية	المسافة المتجمعة	منسوب النقطة
١		صفر	٥٢,٥٠
	١٥		
٢		١٥	٥٣,٤٠
	١٥		
٣		٣٠	٥٤,٠٠
	٢٠		
٤		٥٠	٥٤,٠٠
	١٥		
٥		٦٥	٥٣,٤٠
	١٥		
٦		٨٠	٥٢,٥٠
	١٠		
٧		٩٠	٥٢,٠٠
	١٠		
٨		١٠٠	٥١,٥٠
	١٥		
٩		١١٥	٥٠,٩٠
	١٥		
١٠		١٣٠	٥٠,٥٠
	١٠		
١١		١٤٠	٥٠,٤٠

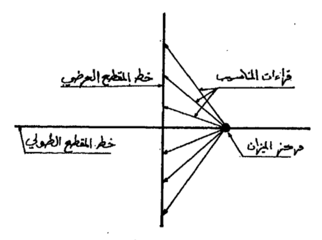
٥٠ ٥١ ٥٢ ٥٣ ٥٤

شكل ٧١ – رسم المقطع الطولي

على ذلك ، لمقياس افقي ١ = ١٠,٠٠٠ ينتخب مقياس عمودي قيمته ١ = ١,٠٠٠ .

يبيِّن لكل نقطة على المقطع بُعدها المتجمع من نقطة البداية ومنسوبها بالنسبة لتخوم الارتفاع المعتمد (الشكل ٧١) . ويسهل رسم المقطع اذا رسم خط افقي يمثّل منسوباً معيناً وقيست عليه باتجاه عمودي الفروقات في الارتفاع بين هذا المنسوب ومناسيب نقط المقطع .

د - طريقة عمل المقاطع العرضية (الشكل ٧٢)



شكل ٧٢ - عمل المقاطع العرضية

تؤخذ هذه المقاطع عمودياً على المقطع الطولي . وتتراوح المسافة بين مقطعين متتالين بين عشرين متراً ومائة متر وفقاً للمشروع المدروس . ويحدد اتجاه المقاطع العرضية لبعض المشاريع كالأقنية والطرقات بالنظر ، في حين تحدد هذه الاتجاهات بواسطة آلات رصد دقيقة لمشاريع بحاجة لدقة أكثر كالجسور والسدود .

يوضع الميزان على نقطة مناسبة (تكون عادة هي ذاتها المستعملة في مسح المقطع الطولي) بحيث يمكن رؤية كامل نقط المقطع العرضي . تقاس مسافات من محور المقطع الطولي لجهة اليمين وجهة الشمال على مسافة تساوي عادة مرة ونصف عرض المشروع من كل جانب . تؤخذ ارتفاعات النقط عند تغير الارض على هذه المقاطع بنفس الطريقة المذكورة للمقاطع الطولية .

ه – رسم المقطع العرضي

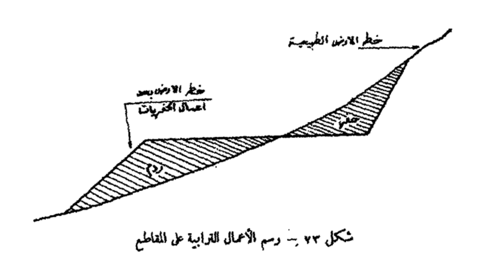
ترسم المقاطع العرضية بنفس طريقة رسم المقاطع الطولية مع فارق اساسي في ان المقياس العمودي هو ذاته المقياس الافقي للمقطع العرضي ، وذلك لقصر المسافات وتجانس قيمتها مع قيمة الفروقات في الارتفاع .

و – حساب المكعبات من المقاطع العرضية

سبق أن ذكر بأن المقاطع العرضية يفاد منها في حساب كميات الحفريات أو الردميات الناجمة عن تنفيذ مشروع معيّن كشق طريق أو حفر قناة أو ما شابه . ولحساب ذلك تؤخذ أولاً معلومات عن طبيعة الأرض كما هي بواسطة المقطع الطولي والمقاطع العرضية . ثم يصمّم المهندس المشروع المنوي إنشاؤه ويحدّد على المقاطع شكل الأرض كما سيصبح بعد الانتهاء من أعمال الحفر والردم .

ويكون الناتج مجموعة من المقاطع العرضية عليها خطوط تمثل

الأرض الطبيعية كما هي وخطوط تمثل الأرض كما ستكون نتيجة أعمال الحفر والردم للمشروع (شكل ٧٣) . المساحة بين خط الأرض الطبيعية وخط الأرض بعد تنفيذ المشروع هي المساحة من التراب الواجب حفره أو ردمه عند مقطع معيّن .



شكل ٧٣ — رسم الأعمال الترابية على المقاطع

وبما أن كمية الحفر والردم تختلف من عرضي لآخر فانه يفترض بأن حجم التراب المنوي حفره أو ردمه على قسم واقع بين مقطعين عرضيين متتالين يساوي معدّل مساحة الحفر أو الردم للمقطعين الحادّين القسم المذكور مضروب بالمسافة بين المقطعين . وبعبارة أخرى :

حجم الحفر بين مقطع أ ومقطع ب =

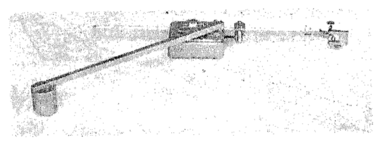
(مساحة حفر مقطع أ + مساحة حفر مقطع ب) × $\frac{\text{المسافة أ ب}}{٢}$

حجم الردم بين مقطع أ ومقطع ب =

(مساحة ردم مقطع أ + مساحة ردم مقطع ب) × $\frac{\text{المسافة ب أ}}{٢}$

وهذه الطريقة هي المتمدة في أغلب اعمـــال حساب الكميات الترابية مع وجود طرق اخرى تتناول اشكالاً هندسيــة اكثر تعقيداً .

لحساب مساحة مقطع عرضي ، تقسم المساحة الى اشكال هندسية بسيطة كمثلثات ومربعات وتحسب مساحة كل شكل منها على حدة . كما يمكن استعمال جهاز اسمه بلانيمتر (Planimeter) **(شكل ٧٤)** للغاية ذاتها .



شكل ٧٤ - البلانيمتر

وهذا الجهاز له رأس مسنّن كالدبوس يمرّر على محيط الشكل المراد معرفة مساحته فيدوّن عداد خاص مساحة هذا الشكل .

ز - تمارين

تمرين ١ : يبيـّن الجدول التـالي القراءات التي أخذت لمقطع طولي أ - ب . المطلوب حساب مناسيب جميع النقط ورسم مقطع طولي ذي مقيـــاس افقي ١ : ٢٠٠٠ ومقياس عمودي ١:٢٠٠ مع الإشارة إلى أن المسافة بين نقطتين متتاليتين هي ٤٠ متراً وأن منسوب النقطة أ هو ٥٠,٠٠ م .

النقطة	مقدمة	مؤخرة
أ	٣٫٨٢	
ب	٣٫٠٣	٠٫٢١
ج	٢٫٢٠	٠٫٢٥
د	١٫٠٣	١٫١٠
ه	٠٫١٠	٢٫٠٠
و	٠٫٠٩	٣٫٩٠
ز	٠٫٣٠	٣٫٨٠
ح	١٫٠٥	٣٫٠٠
ط	٢٫٠٠	٣٫٠٥
ي		٢٫٦٠

تمرين ٢ : يبيّن الجدول على الصفحة التالية القراءات التي أخذت لمقطع طولي أ ط . المطلوب رسم مقطع طولي مقياسه الافقي ١:١٠٠٠ ومقياسه العمودي ١:١٠٠ مع الإشارة إلى أن المسافة بين نقطتين متتاليتين من المقطع هي عشرون متراً .

النقطة	مقدمة	متوسطة	مؤخرة
أ	٣,٨٠		
ب		٢,٣٠	
جـ		١,٠٠	
د	١,٠٠		٠,٢٠
هـ		٠,٨٠	
و		١,١٠	
ز		٢,١٠	
حـ	٠,٥٠		٣,٩٠
ط			٢,٣٠

الفصل التاسع

الخرائط الطوبوغرافية

أ – طرق اظهار التضاريس

الخريطة الطوبوغرافية هي خريطة تري تضاريس الارض وتغيراتها بالاضافة الى المعالم الطبيعية (اشجار ، انهار) والمعالم الحضارية (بيوت ، طرقات) . واظهار التضاريس يمكن ان يتم بواحدة من الطرق التالية :

١ – تلوين الخريطة بألوان مختلفة يمثل كل منها منسوباً معيّناً .

٢ – تحضير خرائط مجسّمة (ماكيت) .

٣ – عمل خطوط هاشور تتقارب وتتباعد بنسب متجانسة مع شدة انحدار الأرض .

٤ – تظليل الخريطة بدرجات متجانسة مع شدة انحدار الأرض .

٥ – رسم خطوط كنتور (Contour lines) على الخريطة .

وسيتناول هذا الفصل البحث في الميزانيـــة الشبكية التي تحضّر منها الخرائط الكنتورية .

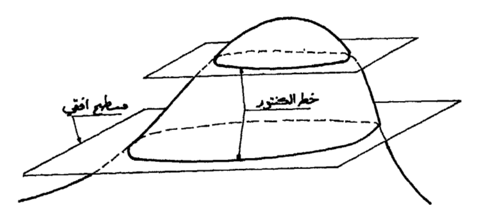
ب – تعريفات

١ – الميزانية الشبكية

هذا النوع من الميزانية يتناول رصد ارتفاعات الأرض في عـدة اتجاهات لمعرفة كل تغير لسطح الأرض واظهاره فيما بعد على خريطـة .

٢ – خط الكنتور

خط الكنتور هو الخط الوهمي الناتج عن تقـاطع مسطح افقي معيّن مع سطح الأرض **(شكل ٧٥)** . ولفهم ذلك اكثر ، يمكن تصوّر مستوى سطح البحر قد ارتفع الى منسوب معيّن ليغطي مساحـــات جديدة من الأرض . يمثل خط الكنتور موقع الساحل الجديـــد الذي ينتج عن التقاء المستوى الجديد للماء مع سطح الارض . ويجب الإشارة هنا إلى ان خط كنتور معيّن يمثل دائماً شكل الساحل المذكور اعـلاه كما يُرى من الجو .



شكل ٧٥ — تكوين خط الكنتور

٣ — الفاصل الرأسي او الفترة الكنتورية

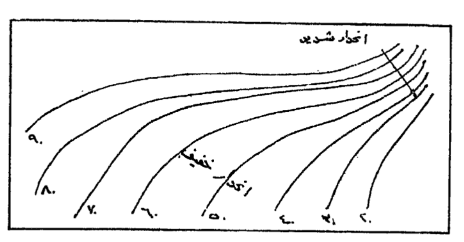
هو الفارق في الارتفاع بين خطّي كنتور متجاورين . وهـذه القيمة هي عادة ثابتة على خريطة معينة .

ج — خصائص خطوط الكنتور

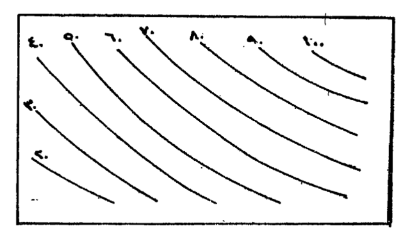
١ — تتقارب خطوط الكنتور في الأراضي الشديدة الانحدار وتتباعد في الاراضي الخفيفة الانحدار **(شكل ٧٦)** .

٢ — المسافة بين خطوط الكنتور ثابتة في الانحدارات المنتظمة **(شكل ٧٧)** .

٣ — خطوط الكنتور متعامدة دائماً مع الاتجاه الأشد انحداراً .



شكل ٧٦ — إنحدارات متغيّرة

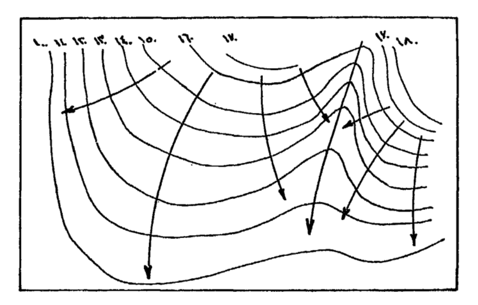


شكل ٧٧ — إنحدارات منتظمة

وعليه فإنّ اتجاه مجرى المياه يكون دائماً متعامداً مع خطوط الكنتور (شكل ٧٨) .

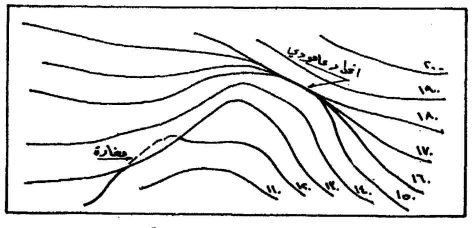
٤ — يجب ان يقفل خط الكنتور على نفسه او ينتهي عند اطراف الخريطة . السبب في ذلك ان سطح الأرض يمكن اعتبـاره بمجموعة من

القمم او الجزر التي لا بد وان يقفل خط سواحلها البحرية .



شكل ٧٨ — مجاري المياه

٥ — خطوط الكنتور لا يمكن ان تتقــاطع او ان تتحد الا في حالات خاصة جداً كوجود انحدار عمودي او وجود مغارة (شكل ٧٩) .



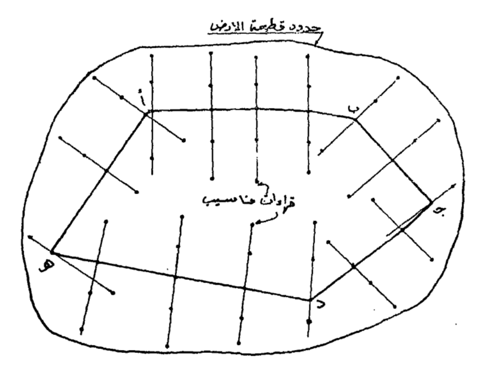
شكل ٧٩ — تقاطع واتحاد خطوط الكنتور

٢ ـ لا يمكن لخط كنتور أن يقع بين خطين آخرين لهما سوية ارتفاع أعلى او أدنى من ارتفاعه .

د – رفع نقط الخريطة الكنتورية

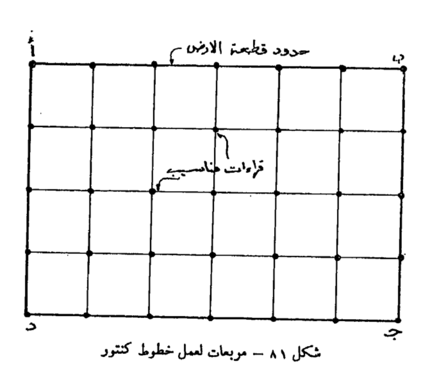
لعمل خريطة كنتورية ، تُرصد مناسيب مجموعة من النقط بواسطة الميزانية الشبكية . وعملية الرصد هذه تتم باحدى الطريقتين التاليتين :

١ – عمل مقاطع عرضية متعامدة على خطوط المقطع الطولي او على خطوط الترافرس **(شكل ٨٠)** .



شكل ٨٠ – مقاطع عرضية لعمل خطوط كنتور

٤ ـ تقسيم الأرض الى مربعات او مستطيلات متساوية وايجاد المناسيب عند زوايا هذه الاشكال (شكل ٨١) .



شكل ٨١ ـ مربعات لعمل خطوط كنتور

٥ ـ رسم خطوط الكنتور

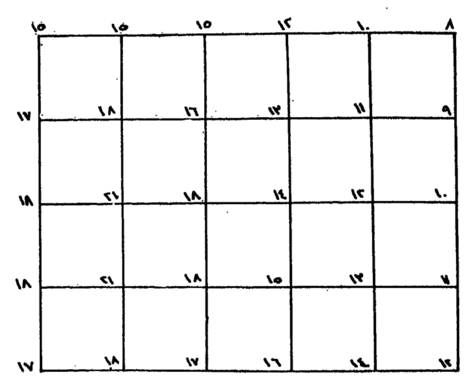
بما انه يتعذّر رصد كل نقطــة موجودة على ارض ما ، فانه يفترض ان الانحدار بين نقطتين متجاورتين مرصودتين على الطبيعـة هو انحدار منتظم . وينتج عن ذلك ان خطوط الكنتور التي ستتقاطع مع الخط الواصل بين نقطتين مرصودتين يجب ان يكون بعدها الافقي عن بعضها البعض ثابتاً . مثال على ذلك ، لنفترض ان منسوب النقطـة أ هو ١٠٠ متر ومنسوب النقطة ب هو ١٤٠ متر والمسافـة بين النقطتين

في اربعة سنتمترات على الخريطة . النقطة أ يجب اذن ان تبعد سنتمتراً واحداً عن خط الكنتور ١١٠ وسنتمترين عن خط الكنتور ١٢٠ وثلاثة سنتمترات عن خط الكنتور ١٣٠ وذلك على الخط الواصل بين أ و ب .

وعليه فان المسافة الافقية بين نقطتين متجاورتين تقسّم الى اجزاء متساوية البعد فيما بينها وبحدّدة بالنقط التي تمر فيها خطوط الكنتور عند رسمها . بعد تحديد مواقع النقط التي تمر فيها خطوط الكنتور ، توصل النقط ذات المنسوب الواحد بخطوط متواصلة مع مراعاة المبادىء والخصائص العامة لخطوط الكنتور التي سبق ذكرها اعلاه . يجب تجنّب الزوايا الحادّة والتغيّرات المفاجئة في اتجاهات الخطوط وذلك لكون الأرض الطبيعية عادة ملساء نتيجة لعدة عوامل طبيعية أثّرت فيها على مرّ السنين .

و — مثال على تحضير خطوط كنتور

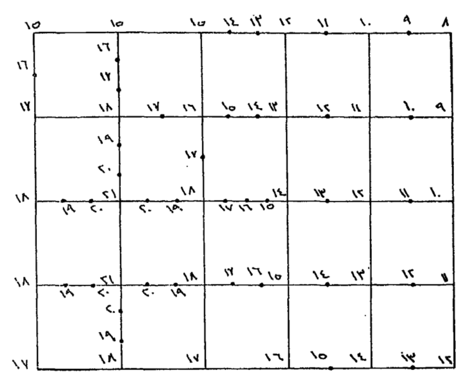
تبيّن الأشكال ٨٢ و ٨٣ و ٨٤ الخطوات المتبعة لعمل خطوط كنتورية ذات فاصل رأسي قدره متر واحد لقطعة أرض مقسّمة الى مربعات . في الشكل الأول ، رسمت حدود المربعات ودوّنت مناسيب الزوايا حسب رصدها بالميزانية الشبكية . في الشكل الثاني قسّمت المسافات بين الزوايا بشكل يفترض ان الانحدار منتظم بين زوج من النقط المتجاورة . رسمت خطوط الكنتور في الشكل الثالث بوصل النقط المستخلصه من الشكل الثاني مع مراعاة الخصائص العامة لخطوط الكنتور (عدم تقاطع او ملامسة) .



شكل ٨٢ – مناسيب زوايا المربعات

ز – عمل المقاطع من خطوط الكنتور

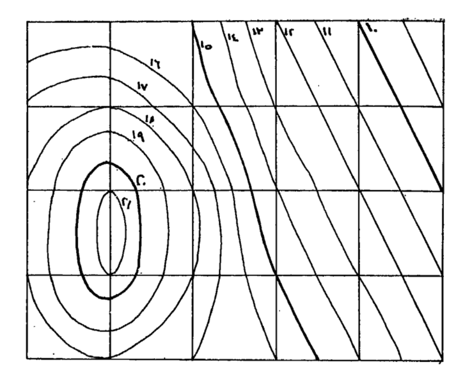
يمكن استعمال الخريطة الكنتورية لرسم مقاطع في أي اتجاه كان وذلك لأن هذه الخريطة تعطي مواقع ومناسيب كافة نقط الأرض الممسوحة . ويذكّر هنا بأن المسافة بين نقطتين على خريطة كنتورية هي البعد الافقي بينهما ، وان وقوع نقطة على خط كنتور يعني ان منسوبها على الطبيعة هو منسوب هذا الخط . وفي حال وقوع نقطة بين خطي كنتور متجاورين فان منسوبها يكون بين منسوبي هذين الخطين . ويمكن تحديد هذا المنسوب بافتراض الانحدار بين الخطين انحداراً منتظماً



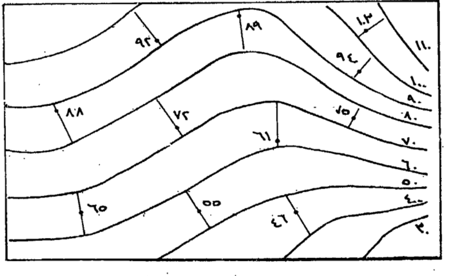
شكل ٨٣ – تقسيم الأضلاع

ومعرفة بُعد النقطة عَن احد الخطين بالنسبة لبعدها عن الخط الآخر . **(شكل ٨٥)** .

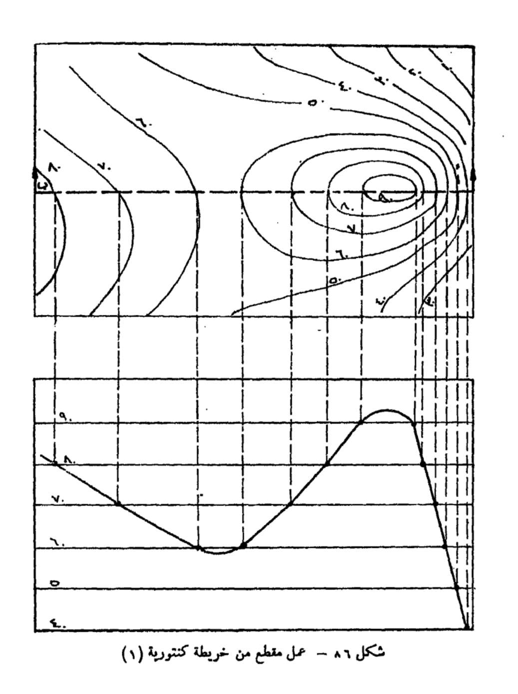
لرسم مقطع أ ب من خريطـــة كنتورية ، يرسم الخط أ ب على الخريطة . ثمّ تنزل أعمدة على هذا الخط من نقط تقاطعـه مع خطوط الكنتور . تكون المسافة بين عمود وآخر البعد الافقي بين خطي كنتور باتجاه المقطع المطلوب . بواسطة مقياس عمودي مناسب ، تحدّد المناسيب على المقطع من مناسيب خطوط الكنتور أنفسها. فالعمود المرسوم من خط الكنتور ١٠٠ يعني ان سطح الأرض هو على ارتفاع ١٠٠ وعليه يرسم المنسوب على المقطع عند النقطة ١٠٠ . توصل نقط الاعمدة ببعضها البعض فينتج المقطع المنشود .



شكل ٨٤ — رسم خطوط الكنتور

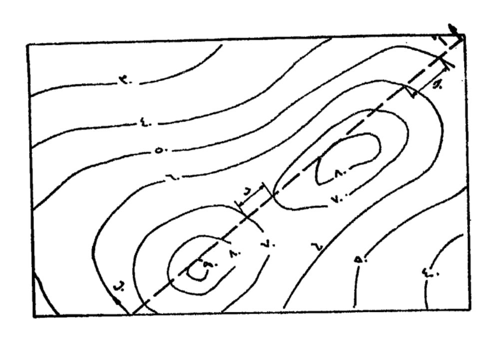


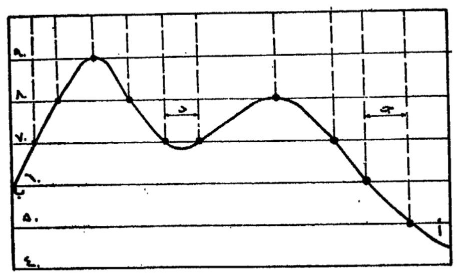
شكل ٨٥ — مناسيب نقط لخريطة كنتورية



شكل ٨٦ – عمل مقطع من خريطة كنتورية (١)

يمثّل الشكل ٨٦ نموذجاً لمقطع مرسوم من خريطة كنتورية حيث يكون المقطع المنشود موازياً لحافة الصفحة . وفي الشكل ٨٧ رسم مقطع





شكل ٨٧ — عمل مقطع من خريطة كنتورية (٢)

غير مواز لحافة الصفحة . والملاحظ بأن الطريقة هي ذاتها في الحالتين. تحوّل الاعمدة المائلة الى اعمدة موازية لحافة الصفحة مع المحافظـــة على المسافة بين عمود وآخر كما هي على الخريطة الكنتورية .

ج– تمارين

تمرين ١ – يبيّن الشكل ٨٨ مناسيب قطعة ارض أ ب ج د بالأمتار ،

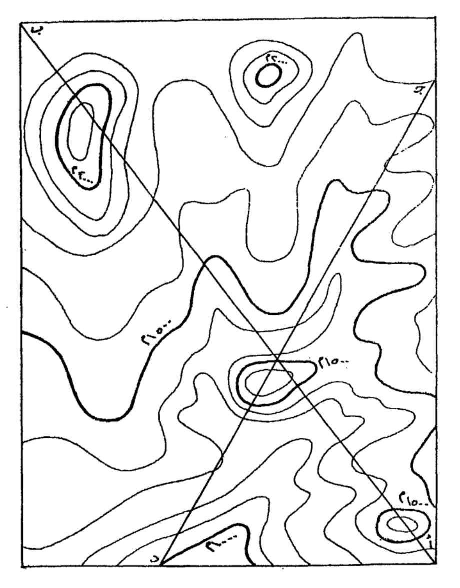
ب					أ
٢٠	٢٢	٢٤	٢٧	٢٧	٢٧
٢١	٢٣	٢٥	٢٨	٣٠	٢٩
٢٢	٢٤	٢٦	٣٠	٣٢	٣٠
٢٣	٢٥	٢٧	٣٠	٣٢	٣٠
٢٤	٢٦	٢٨	٢٩	٣٠	٢٩
ج					د

شكل ٨٨ – تمرين ١

وذلك بعد تقسيمها الى مربعات ضلع كل منها ٣ امتار . المطلوب عمل خريطة كنتورية للارض المذكورة بمقيــاس ١ : ١٠٠ وذات فاصل رأسي للخطوط قدره متر واحد .

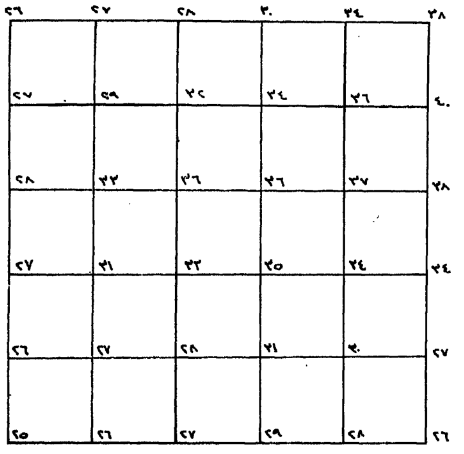
تمرين ٢ – يمثل الشكل ٨٩ خريطة كنتورية ذات مقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠ . المطلوب عمل مقطعين أ ب و ج د يكون المقيـــاس الافقي لكل منها

١:١٠٠،٠٠٠ والمقياس العمودي ١:١٠،٠٠٠ .



شكل ٨٩ — تمرين ٢

تمرين ٣ — يبيّن الشكل ٩٠ مناسيب قطعـــة أرض ، وذلك بعد



شكل ٩٠ — تمرين ٣

تقسيمها إلى مربعات طول كل منها متران . المطلوب عمل خريطة كنتورية لهذه الارض بمقياس ١:١٠٠ وذات فاصل رأسي للخطوط قيمته متران .

تمرين ٤ : يتضمّن الجدول على الصفحة التالية مناسيب قطعة أرض ُقسّمت إلى مربعات طول كل منها عشرة أمتار . المطلوب عمل خريطة كنتورية لقطعة الأرض هذه ذات فاصل رأسي قدره متر واحد ومقياس للرسم قيمتـه ١ : ٥٠٠ . والخطوط الأفقيـة لقطعـة الأرض ُسمّيت أ ، ب ، ج ، د ، هـ ، والعمودية ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ .

موقع زاوية المربّع	المنسوب
أ ١	٦٤
أ ٢	٦٥
أ ٣	٦٦
أ ٤	٦٥
أ ٥	٦٣
ب ١	٦٥
ب ٢	٦٧
ب ٣	٦٨
ب ٤	٦٧
ب ٥	٦٥
ج ١	٦٦
ج ٢	٦٨
ج ٣	٧٠
ج ٤	٦٨
ج ٥	٦٦
د ١	٦٦
د ٢	٦٨
د ٣	٦٩
د ٤	٦٨
د ٥	٦٦

موقع زاوية المربع	المنسوب
هـ ١	٦٥
هـ ٢	٦٧
هـ ٣	٦٨
هـ ٤	٦٧
هـ ٥	٦٥

تمرين ٥ – يتضمّن الجدول التالي مناسيب قطعة أرض مربعة قُسّمت الى مربعات طول كل منها عشرون متراً . المطلوب عمل خريطة كنتورية لقطعة الأرض هذه ذات فاصل رأسي قدره متر واحد ومقياس للرسم قيمته ١ : ١٠٠٠ . الخطوط الأفقية لقطعة الأرض سُمّيت أ ، ب ، ج ، د ، هـ ، و ، والعمودية ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ .

موقع زاوية المربّع	المنسوب
أ ١	١٩,٠
أ ٢	١٧,٠
أ ٣	١٥,٠
أ ٤	١٥,٠
أ ٥	١٦,٠
أ ٦	١٧,٠

موقع زاوية المربّع	المنسوب
ب ١	١٨,٠
ب ٢	١٦,٥
ب ٣	١٥,٠
ب ٤	١٦,٠
ب ٥	١٦,٥
ب ٦	١٧,٥
ج ١	١٧,٠
ج ٢	١٦,٠
ج ٣	١٦,٠
ج ٤	١٦,٥
ج ٥	١٧,٥
ج ٦	١٨,٠
د ١	١٦,٥
د ٢	١٦,٠
د ٣	١٧,٠
د ٤	١٧,٥
د ٥	١٨,٠
د ٦	١٨,٥
هـ ١	١٧,٠
هـ ٢	١٨,٠
هـ ٣	١٨,٠
هـ ٤	١٨,٥
هـ ٥	١٩,٠
هـ ٦	١٩,٥

موقع زاوية المربع	المنسوب
و ١	١٩,٠
و ٢	١٩,٥
و ٣	١٩,٥
و ٤	٢٠,٠
و ٥	٢٠,٥
و ٦	٢١,٠

الفصل العاشر

المساحة المائية والفوتوغرامترية والالكترونية

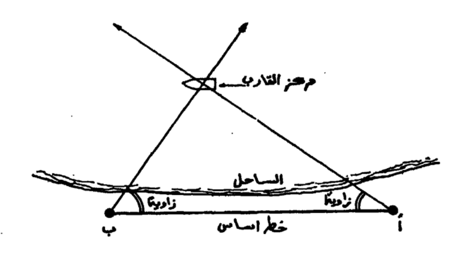
– المسح البحري

يتم سبر اعماق البحار والمحيطات بعيـــداً عن الشواطيء بطرق خاصة تعتمد على ارسال موجات الى اعماق البحار وقياس الوقت الذي تستغرقه هذه الموجات لتصل للقعر فتنعكس وتعود لتُلتقط عند سطح الماء . ومن معرفة سرعة الموجات في البحر يمكن معرفة عمق المـاء .

أما المسح قرب الشواطيء فيتم بطرق أبسط من المسح في المناطق الشديدة العمق . والطريقة المتبعة عـــادة تتلخص فيما يلي : يُنشأ خط

اساس على الشاطيء ليتخذ مرجعاً في عمليات الرصد في البحر . تركب فرقة المساحة قارباً عادياً وتنطلق بعيـــداً عن الشاطيء لتحديد عمق الماء . ويتم ذلك عن طريق انزال حبل ذي ثقل بنهايته في الماء وقياس الطول الذي يحتاجه الحبل ليصل طرفه الى قعر البحر .

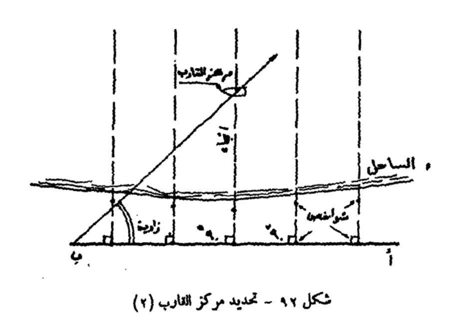
أما تحديد المركز الذي سبر فيه غور البحر فيتم بواسطـة قراءة زوايا من الساحل او من المركب . تقرأ الزوايا من الساحل بالتيودوليت ومن المركب بجهـــاز السكستان . يمكن تحديد موضع المركب بطرق اخرى كأن يجدّف باتجاه معيّن يكون امتداداً لاتجاه ثابت على الشاطيء . ويبين الشكلان ٩١ و ٩٢ اثنتين من الطرق المتبعة لتوقيع مركز المركب عند أخذ قراءة عمق الماء منه .



شكل ٩١ — تحديد مركز القارب (١)

بعد اخذ القراءات لنقط عديدة في الماء ، ترسم خريطـة توضح

عليها اعماق البحار . كما يمكن عمل خطوط كنتورية لقعر البحر تكون شبيهة بالخطوط الكنتورية لتضاريس سطح الأرض .



شكل ٩٢ – تحديد مركز القارب (٢)

ب – المسح النهري

يستعمل المسح النهري للحصول على معلومات تتعلق بقعر النهر وبخصائص المياه التي تجري فيه . يمسح قعر النهر اذا كان غير عميق بقامة يحملها المساح في عبوره من ضفة الى اخرى . اما المسافات خلال هذا العبور فتقاس على شريط ممتد بين ضفتي النهر . وفي حال تعذر عبور النهر مشياً ، يركب المساح قارباً ويقوم بمسح مشابه للمسح البحري .

ج – المساحة الفوتوغرامترية (Photogrammetric Surveying)

يقصد بالمساحة الفوتوغرامترية علم تحديد معـــالم الارض بواسطة



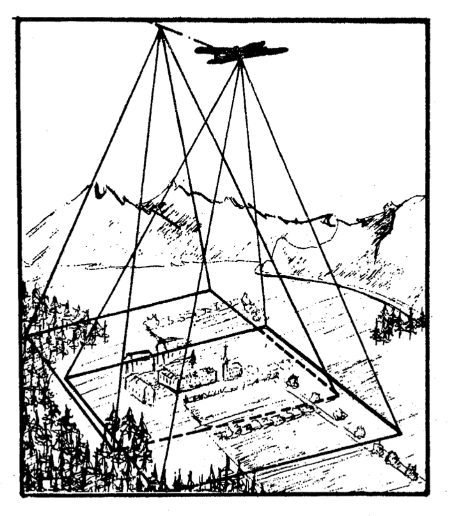
شكل ٩٣ – صورة جوية لمنطقة جبلية

الصور . وهذه الأخيرة تكون في أغلب الأحيان صوراً جوية تلتقط من الطائرة على ارتفاع يتوقف على مقياس ودقة الخريطة المراد تحضيرها . **(شكل ٩٣ وشكل ٩٤)** .



شكل ٩٤ – صورة جوية لمدينة

تجهّز الطائرة في اسفلها بكاميرا تلتقط صوراً متتابعــة خلال التحليق . ولاستعمال الصور الملتقطة فيما بعد لتحضير خريطة طوبوغرافية ، من الضروري ان يصوّر أي جزء من الأرض بصورتين متتابعتين (شكل ٩٥)



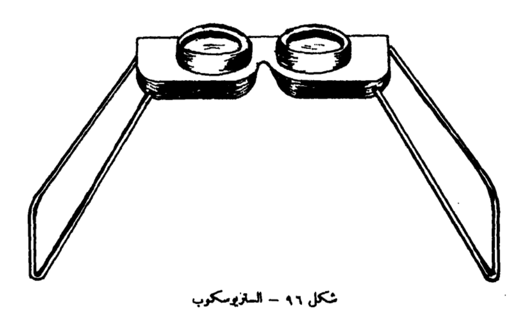
شكل ٩٥ – طريقة التصوير الجوّي

تتّبع الطائرة في تحليقها خطوطاً مستقيمة متوازية بشكل تغطي معـه

كامل الارض المراد تصويرها . وينتج عن ذلك مجموعة من الصور الجوية يمكن استعمالها باحدى الطرق التالية :

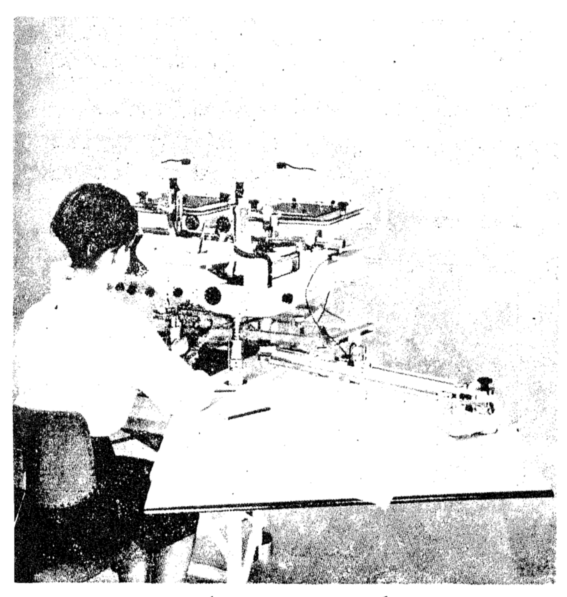
١ — تحضير موزاييك (Photo Mosaic) وذلك بلسق الصور الملتقطة ببعضها البعض لتحضير صورة كبيرة مجسّمة للمنطقة . تقاس المسافات على هذه الخريطة وتُستخلص المعلومات بالعين المجردة .

٢ — دراسة بواسطة ستيريوسكوب (Stereoscope) **(شكل ٩٦)** وهو



شكل ٩٦ — الستريوسكوب

جهاز بسيط مكوّن من عدستين ينظر المرء خلالها نحو صورتين جوّيتين متتابعتين لنفس المنطقة فيرى الأرض مجسّمة كما لو انه ينظر اليهـا من الطائرة . وهذه الدراسة تمكّن من رؤية تضاريس الأرض بشكل مباشر ومن معرفة بعض خصائص التربة والصخور .



شكل ٩٧ — جهاز الرسم الستيريوسكوبي

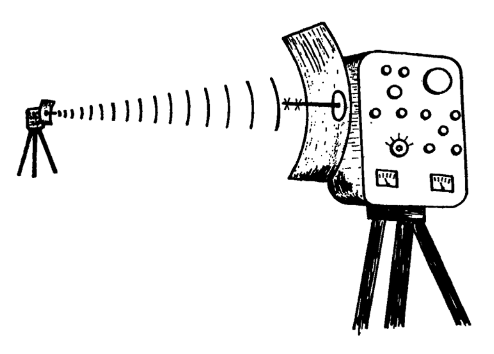
٣ — تحضير خرائط طوبوغرافية بواسطة جهاز الرسم الستيريوسكوبي (Stereoscopic Plotter) (شكل ٩٧) . يحوّل هذا الجهاز المعلومات التي على الصور الجوية الى خرائط كنتورية جـــاهزة . ويتم ذلك « برؤية »

الصور مجسمة من قبل الجهاز والبحث على هـذه الصور عن النقط ذات المنسوب الواحد المرادف لمنسوب خط الكنتور المنشود . وهذا الجهـاز يستعمل مؤخراً بكثرة في عمليـات مسح المشاريع الكبيرة وفي تحضير خرائط لمساحات شاسعة .

د – المسح الالكتروني

تزايد استعمال الاجهزة الالكترونية في الآونة الأخـــيرة لمعرفة المسافة بدقـّة بين نقطتين بعيدتين عن بعضها البعض . ورصد المسافة بين نقطتين تفصلها بضعة كيلو مترات يسهّل عملية مسح المنـاطق الكبيرة لأنه يصبح بالإمكان العمل بترافرس بدلاً من العمل بشبكة المثلـّثات التي تحسب فيها المسافات بطرق غير مباشرة .

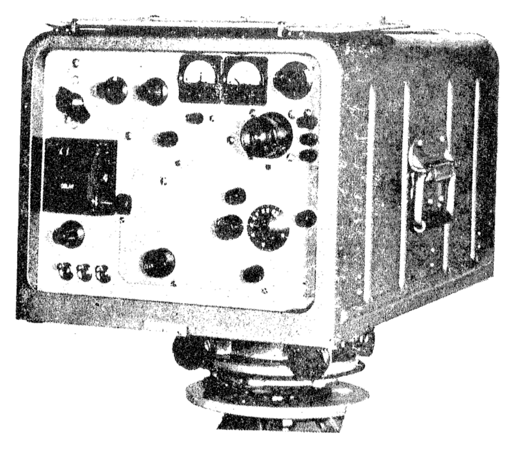
المسح الالكتروني بواسطة التلورومتر (Tellurometer) يتمّ بجهازين يركـّزان فوق النقطتين المراد معرفة المسافة بينها . أحد الجهازين يرسل موجات لاسلكية قصيرة جداً نحو الجهـــاز اللاقط الذي يمرّر هذه الموجات في أجزائه الالكترونية ويعيدها للجهـاز المرسل **(شكل ٩٨)** . يحسب هذا الأخير الوقت الذي احتاجته الموجات لقطع المسافة ذهـاباً وإياباً ويحوّل هذا الوقت إلى مسافة تُقرأ على الجهـاز نفسه . وبما أن سرعة الموجات تتأثر بالعوامل الجوية ، فإنه من الضروري معرفة الحرارة والضغط الجوي عند المحطتين لتصحيح القراءات . المسافة المرصودة هي المسافة المباشرة بين المحطتين . وفي حال اختلاف المنسوب بين النقطتين يتوجب معرفة الزاوية العمودية بين طرفي الخط بالتيودوليت وذلك لحساب المسافة الافقية من المسافة المائلة .



شكل ٩٨ — مبدأ المسح بالأجهزة الالكترونية

وللتقليل من تأثير العوامل الجوية على القراءات ، يُستعمل جهاز الجيودومتر (Geodometer) الذي يرسل أشعّة ضوئية بدلاً من الموجات اللاسلكية (شكل ٩٩) . يوضع هذا الجهـاز على أحد طرفي الخط المراد قياس طوله . ثم تُوجّه أشعة ضوئيـة من الهليوم والنيون نحو عاكس على الطرف الثاني من الخط المقاس . ويعكس هذا الأخير الأشعة نحو الجهاز المرسِل الذي يحوّل الوقت الذي تستغرقه رحلة الشعاع من و إلى الجهاز الى مسافة تُقرأ مباشرة على الجهاز نفسه .

ومع أنّ اسعار الأجهزة الالكترونية تفوق أسعار الأجهزة العادية الأخرى ، فإنّ مثل هذه الأجهزة لها ميّزات عدّة منهـا أنها تسمح بالعمل في أحوال جوية صعبة كالمطر والضباب والظلام بالاضـافة إلى



شكل ٩٩ – الجيودومتر

إمكانية استعمالها في الاحوال الجوية الجيّـــدة . وتستعمل الاجهزة الالكترونية لقياس مسافات حتى حوالي خمسين كيلو متراً . ولإعطــاء فكرة عن مدى دقة هذه الأجزة فإنّ الخطأ الممكن حدوثه لقيـــاس مسافة عشرة كيلو مترات مثلا لا يتعدّى السنتيمترين .



الفهرس

الصفحة

الصفحة

الفصل الثاني

المساحة بالشريط

الفصل الثالث

قياس الزوايا والاتجاهات

الصفحة

الفصل الرابع

البوصلة المنشورية

الفصل الخامس

التيودوليت

الفصل السادس

اللوحة المستوية

الصفحة

الفصل السابع

الميزانية

الفصل الثامن

عمل المقاطع بالميزان

الصفحة

الفصل التاسع

الخرائط الطوبوغرافية

الفصل العاشر

المساحة المائية والفوتوغرامترية والالكترونية



